Istinharoh, ST

PENGANTAR ILMU TEKSTIL 1

Untuk Sekolah Menengah Kejuruan

Semester 1







PENGANTAR ILMU TEKSTIL 1 Untuk SMK • Istinharoh, ST

PENGANTAR ILMU TEKSTIL 1

Istinharoh, ST

Untuk Sekolah Menengah Kejuruan
Kelas X Semester 1

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
2013

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan kekuatan, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dapat menyelesaikan penulisan modul dengan baik.

Modul ini merupakan bahan acuan dalam kegiatan belajar mengajar peserta didik pada Sekolah Menengah Kejuruan bidang Seni dan Budaya (SMK-SB). Modul ini akan digunakan peserta didik SMK-SB sebagai pegangan dalam proses belajar mengajar sesuai kompetensi. Modul disusun berdasarkan kurikulum 2013 dengan tujuan agar peserta didik dapat memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan di bidang Seni dan Budaya melalui pembelajaran secara mandiri.

Proses pembelajaran modul ini menggunakan ilmu pengetahuan sebagai penggerak pembelajaran, dan menuntun peserta didik untuk mencari tahu bukan diberitahu. Pada proses pembelajaran menekankan kemampuan berbahasa sebagai alat komunikasi, pembawa pengetahuan, berpikir logis, sistematis, kreatif, mengukur tingkat berpikir peserta didik, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar yang relevan sesuai kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) pada program studi keahlian terkait. Di samping itu, melalui pembelajaran pada modul ini, kemampuan peserta didik SMK-SB dapat diukur melalui penyelesaian tugas, latihan, dan evaluasi.

Modul ini diharapkan dapat dijadikan pegangan bagi peserta didik SMK-SB dalam meningkatkan kompetensi keahlian.

Jakarta, Desember 2013
Direktur Pembinaan SMK

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

GLOSARIUM

amrof	:	Daerah/bagian yang tidak teratur pada susunan rantai polimer
antihan	:	Pemberian puntiran atau *twist* pada pembuatan benang
benang	:	Susunan serat-serat yang teratur ke arah memanjang dengan diberi antihan
benang spun	:	Benang hasil proses pemintala
benang gintir	:	Benang yang tersusun dari dua atau lebih benang tunggal (*single*)
benang lusi	:	Benang yang terletak searah dengan panjang kain atau sejajar dengan pinggir kain
benang pakan	:	Benang yang terletak searah dengan lebar kain atau sejajar dengan lebar kain
benang roving	:	Benang yang berasal dari mesin *roving* berupa *sliver roving*
benang tali	:	Benang yang dibuat dari dua atau lebih benang gintir yang kemudian digintir lagi sehingga benang menjadi lebih tebal dan kuat
carded yarn	:	Benang yang dihasilkan dari mesin *carding*
chips	:	Butiran–butiran kecil dari polimer sebagai bahan baku serat, umumnya pada pemintalan leleh
denier	:	Sistem penomeran benang/serat cara langsung yaitu berat benang/panjang 9.000 m

drawing	:	Proses penarikan dalam pembuatan benang *stapel* yang berupa penarikan benang *sliver* oleh beberapa rol yang berpasangan, di mana kecepatan rol depan lebih tinggi daripada rol belakang sehingga terjadi penarikan dan perpanjangan
elastisitas	:	Kemampuan serat untuk kembali ke panjang semula setelah mengalami penakan
filamen	:	Serat yang sangat panjang umumnya adalah serat–serat sintetik, pada serat alam hanya terdapat pada sutra
ginning	:	Proses pembersihan pada kapas untuk menghilangkan kotoran–kotoran berupa biji atau batang kapas dengan menggunakan mesin *roller gin*.
homopolimer	:	Polimer yang terbentuk dari monomer–monomer yang sama
katalsisator	:	Bahan atau zat kimia yang dapat mempercepat laju reaksi tanpa ikut bereaksi
kehalusan	:	Besar kecilnya serat dinyatakan dengan *tex* atau *denier* yang merupakan perbandingan panjang dan berat suatu serat
kekakuan	:	Sifat pegangan benang atau kain yang diukur berdasarkan jumlah *twist* pada benang, langsai kain, dan sebagainya
kekuatan	:	Kemampuan benang untuk dapat menahan gaya yang diberikan pada benang tersebut sampai putus dinyatakan dalam gram atau kg
kokon	:	Kepompong yang berasal dari air liur ulat sutra sebagai bahan dasar serat sutra
kondensasi	:	Perubahan bentuk fasa dari fasa uap (gas) ke fasa cair atau ke fasa padat
kopolimer	:	Polimer yang terdiri dari dua atau lebih monomer yang tidak sejenis

linter	:	Serat kapas yang sangat pendek yang menempel pada biji setelah proses *ginning* yang pertama
lumen	:	Ruang kosong di dalam serat (selulosa) yang mempunyai bentuk dan ukuran bervariasi dari serat ke serat maupun sepanjang serat. Lumen berisi zat–zat padat yang merupakan sisa protoplasma yang sudah kering
moisture Regain	:	Kandungan uap air terhadap berat pada kondisi tertentu
moiture Content	:	Kandungan uap air terhadap berat kering pada kondisi standar
monofilamen	:	Benang yang terdiri dari satu helai filament
monomer	:	Senyawa kimia sederhana pembentuk polimer
multi filamen	:	Filamen serat sintetik yang terdiri dari beberapa helai filamen yang halus
mulur	:	Pertambahan panjang sebelum putus dinyatakan dalam %
peregangan	:	adalah proses penarikan/penggeseran kedudukan serat-serat dalam *sliver* maupun hasil *roving*
serat	:	adalah benda yang perbandingan panjang dan diameternya sangat besar
spinneret	:	Pelat logam yang berlubang pada pembuatan filamen. Larutan polimer diekstruksi melalui lubang–lubang ini kemudian dipadatkan
spinning	:	Proses pembuatan benang dengan cara pemintalan
stapel	:	Serat dengan ukuran beberapa inci yang berasal dari filamen yang dipotong–potong atau serat pendek dari serat alam.
twist	:	Pemberian puntiran pada proses pembuatan benang

wol garu	:	Wol yang diproses di mesin *carding*
wol sisir	:	Wol yang diproses di mesin *combing*

DESKRIPSI MODUL

1. Bahan Ajar Pengantar Ilmu Tekstil 1 terdiri dari 2 unit. Unit 1 berisi tentang Pengetahuan Serat Tekstil, Unit 2 berisi tentang Pengetahuan benang tekstil.

2. Unit 1 berisi Pengetahuan Serat Tekstil dan terdiri dari 2 kompetensi dasar: memahami dan menganalisis pengetahuan faktual konseptual serat–serat tekstil, menalar dan mampu menyaji dalam ranah faktual dan ranah abstrak tentang serat tekstil.

3. Unit 2 berisi Pengetahuan Benang Tekstil dan terdiri dari 2 kompetensi dasar, yaitu memahami dan menganalisis pengetahuan faktual konseptual benang tekstil, menalar dan mampu menyaji dalam ranah faktual dan abstrak tentang benang.

CARA PENGGUNAAN MODUL

Untuk menggunakan Modul Pengantar Ilmu Tekstil 1 ini perlu diperhatikan:

1. Kompetensi Inti dan Kompetensi dasar yang ada di dalam kurikulum
2. Materi dan sub-sub materi pembelajaran yang tertuang di dalam silabus
3. Langkah-langkah pembelajaran atau kegiatan belajar selaras model saintifik

Langkah-langkah penggunaan modul:

1. Perhatikan dan pahami peta modul dan daftar isi sebagai petunjuk sebaran materi bahasan
2. Modul dapat dibaca secara keseluruhan dari awal sampai akhir tetapi juga bisa dibaca sesuai dengan pokok bahasannya
3. Modul dipelajari sesuai dengan proses dan langkah pembelajarannya di kelas
4. Bacalah dengan baik dan teliti materi tulis dan gambar yang ada di dalamnya.
5. Tandailah bagian yang dianggap penting dalam pembelajaran dengan menyelipkan pembatas buku. Jangan menulis atau mencoret-coret modul
6. Kerjakan latihan-latihan yang ada dalam unit pembelajaran
7. Tulislah tanggapan atau refleksi setiap selesai mempelajari satu unit pembelajaran

KOMPERENSI INTI/KOMPETENSI DASAR (KI/KD)

KOMPETENSI INTI DAN KOMPTENSI DASAR
MATA PELAJARAN PENGANTAR ILMU TEKSTIL

Pengantar Ilmu Tekstil (C2)

1. **Pengertian**

   Mata pelajaran Pengantar Ilmu Tekstil mempelajari tentang Pengetahuan, dasar teknologi tekstil.

2. **Rasional**

   a. **Hubungan dengan Pencipta**
      - Menghayati mata pelajaran Pengantar Ilmu Tekstil sebagai sarana untuk kesejahteraan dan kelangsungan hidup manusia.

   b. **Hubungan dengan Sesama Manusia**
      - Menghayati mata pelajaran pengantar ilmu tekstil sebagai sarana untuk kesejahteraan dan kelangsungan hidup umat manusia.
      - Menghayati pentingnya kolaborasi dan jejaring untuk menemukan solusi dalam pengembangan pengantar ilmu tekstil
      - Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab dalam pembelajaran pengantar ilmu tekstil

   c. **Hubungan dengan Lingkungan Alam**
      - Menghayati pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dalam pengembangan pengantar ilmu tekstil.

3. **Tujuan**

   Mata pelajaran pengantar ilmu tekstil bertujuan untuk membentuk karakteristik siswa sebagai siswa yang mensyukuri anugerah Tuhan, dengan berfikir secara saintifik dalam membuat karya pewarnaan yang ramah lingkungan serta berbasis sosial budaya bangsa.

4. **Ruang Lingkup Materi**

   a. Kelas X

      Pelajaran Pengantar Ilmu Tekstil Meliputi :
      - Serat tekstil
      - Pembuatan benang

- Pembuatan kain
- Penyempurnaan kain
- Desain pakaian jadi

5. Prinsip-prinsip Belajar, Pembelajaran dan Asesmen

Pembelajaran merupakan proses ilmiah. Karena itu Kurikulum 2013 mengamanatkan esensi pendekatan ilmiah dalam pembelajaran. Pendekatan ilmiah diyakini sebagai titian emas perkembangan dan pengembangan sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik.

Pendekatan *scientefic* merupakan konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Dengan konsep itu, hasil pembelajaran diharapkan lebih bermakna bagi siswa. Proses pembelajaran berlansung alamiah dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalami, bukan mentransfer pengetahuan dari guru ke siswa. Strategi pembelajaran lebih dipentingkan sehingga akan memperoleh hasil yang diinginkan.

Kurikulum 2013 menekankan pada dimensi pedagogik modern dalam pembelajaran, yaitu menggunakan pendekatan ilmiah. Pendekatan ilmiah (*scientific appoach*) dalam pembelajaran sebagaimana dimaksud meliputi **mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan, dan mencipta** untuk semua mata pelajaran. Untuk mata pelajaran, materi, atau situasi tertentu, sangat mungkin pendekatan ilmiah ini tidak selalu tepat diaplikasikan secara prosedural. Pada kondisi seperti ini, tentu saja proses pembelajaran harus tetap menerapkan nilai-nilai atau sifat-sifat ilmiah dan menghindari nilai-nilai atau sifat-sifat non ilmiah.

Proses pembelajaran tersebut diatas merupakan ciri dari pendekatan *scientefic*. Belajar tidak hanya terjadi di ruang kelas, tetapi juga di lingkungan sekolah dan masyarakat, guru bukan satu-satunya sumber belajar. Sikap tidak hanya diajarkan secara verbal, tetapi melalui contoh dan teladan.

Assesmen

Asesmen otentik menicayakan proses belajar yang otentik pula. Menurut Ormiston belajar otentik mencerminkan tugas dan pemecahan masalah yang dilakukan oleh peserta didik dikaitkan dengan realitas di luar sekolah atau kehidupan pada umumnya. Asesmen semacam ini cenderung berfokus pada

tugas-tugas kompleks atau kontekstual bagi peserta didik, yang memungkinkan mereka secara nyata menunjukkan kompetensi atau keterampilanyang dimilikinya. Contoh asesmen otentik antara lain keterampilan kerja, kemampuan mengaplikasikan atau menunjukkan perolehan pengetahuan tertentu, simulasi dan bermain peran, portofolio, memilih kegiatan yang strategis, serta memamerkan dan menampilkan sesuatu.

Asesmen otentik mengharuskan pembelajaran yang otentik pula. Menurut Ormiston belajar otentik mencerminkan tugas dan pemecahan masalah yang diperlukan dalam kenyataannya di luar sekolah.Asesmen otentik terdiri dari berbagai teknik penilaian. *Pertama*, pengukuran langsung keterampilan peserta didik yang berhubungan dengan hasil jangka panjang pendidikanseperti kesuksesan di tempat kerja. *Kedua*, penilaian atas tugas-tugas yang memerlukan keterlibatan yang luas dan kinerja yang kompleks. *Ketiga*, analisis proses yang digunakan untuk menghasilkan respon peserta didik atas perolehan sikap, keteampilan, dan pengetahuan yang ada.

Dengan demikian, asesmen otentik akan bermakna bagi guru untuk menentukan cara-cara terbaik agar semua siswa dapat mencapai hasil akhir, meski dengan satuan waktu yang berbeda. Konstruksi sikap, keterampilan, dan pengetahuan dicapai melalui penyelesaian tugas di mana peserta didik telah memainkan peran aktif dan kreatif. Keterlibatan peserta didik dalam melaksanakan tugas sangat bermakna bagi perkembangan pribadi mereka.

Dalam pembelajaran otentik, peserta didik diminta mengumpulkan informasi dengan pendekatan saintifik, memahahi aneka fenomena atau gejala dan hubungannya satu sama lain secara mendalam, serta mengaitkan apa yang dipelajari dengan dunia nyata yang luar sekolah. Di sini, guru dan peserta didik memiliki tanggung jawab atas apa yang terjadi. Peserta didik pun tahu apa yang mereka ingin pelajari, memiliki parameter waktu yang fleksibel, dan bertanggungjawab untuk tetap pada tugas. Asesmen otentik pun mendorong peserta didik mengkonstruksi, mengorganisasikan, menganalisis, mensintesis, menafsirkan, menjelaskan, dan mengevaluasi informasi untuk kemudian mengubahnya menjadi pengetahuan baru.

Sejalan dengan deskripsi di atas, pada pembelajaran otentik, guru harus menjadi “guru otentik.” Peran guru bukan hanya pada proses pembelajaran, melainkan juga pada penilaian. Untuk bisa melaksanakan pembelajaran otentik, guru harus memenuhi kriteria tertentu seperti disajikan berikut ini.

a. Mengetahui bagaimana menilai kekuatan dan kelemahan peserta didik serta desain pembelajaran.

b. Mengetahui bagaimana cara membimbing peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan mereka sebelumnya dengan cara mengajukan pertanyaan dan menyediakan sumberdaya memadai bagi peserta didik untuk melakukan akuisisi pengetahuan.
c. Menjadi pengasuh proses pembelajaran, melihat informasi baru, dan mengasimilasikan pemahaman peserta didik.
d. Menjadi kreatif tentang bagaimana proses belajar peserta didik dapat diperluas dengan menimba pengalaman dari dunia di luar tembok sekolah.

Teknik penilaian otentik atau *authentic assessment* yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik indikator, kompetensi inti dan kompetensi dasar yang diajarkan oleh guru. Tidak menutup kemungkinan bahwa satu indikator dapat diukur dengan beberapa teknik penilaian, hal ini karena memuat domain, afektif, psikomotor dan kognitif. Penilaian autentik lebih sering dinyatakan sebagai penilaian berbasis kinerja (*performance based assessment*). Sementara itu dalam buku Mueller (2006) penilaian otentik disamakan saja dengan nama penilaian alternatif (*alternative assessment*) atau penilaian kinerja (*performance assessment*). Selain itu Mueller memperkenalkan istilah lain sebagai padanan nama penilaian otentik, yaitu penilaian langsung (*direct assessment*).

Nama *performance assessment* atau *performance based assessment* digunakan karena siswa diminta untuk menampilkan tugas-tugas (tasks) yang bermakna.
Sesuai dengan ciri penilaian otentik adalah:
- Memandang penilaian dan pembelajaran secara terpadu
- Mencerminkan masalah dunia nyata bukan hanya dunia sekolah
- Menggunakan berbagai cara dan kriteria
- Holistik (kompetensi utuh merefleksikan sikap, keterampilan, dan pengetahuan,

Penerapan penilaian mata pelajaran Dekorasi Benda Keramik yang merujuk pada penilaian otentik dapat menggunakan jenis penilaian dengan menganalisa materi pembelajaran sebagai berikut:
- Apabila tuntutan indikator **melakukan sesuatu**, maka teknik penilaiannya adalah **unjuk kerja** (*performance*).
- Apabila tuntutan indikator berkaitan dengan **pemahaman konsep**, maka teknik penilaiannya adalah **tes tertulis atau lisan**.
- Apabila tuntutan indikator memuat unsur **penyelidikan**, maka teknik penilaiannya adalah **proyek**.

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN (MAK)

Bidang keahlian : Teknologi dan Rekayasa
Program keahlian : Teknologi Tekstil
Paket Keahlian : Teknik Pemintalan Serat Buatan
Mata Pelajaran : Pengantar Ilmu Tekstil

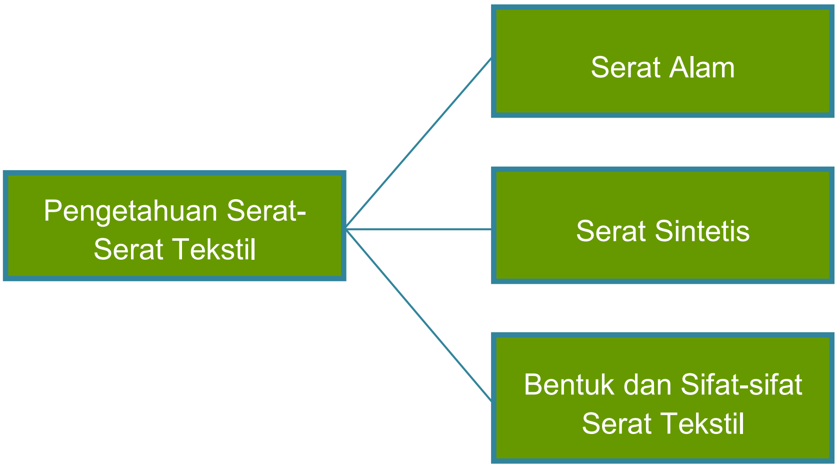
KELAS X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati mata pelajaran Pengantar Ilmu Tekstil sebagai sarana untuk kesejahteraan dan kelangsungan hidup umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab dalam mengindentifikasi kebutuhan, pengembangan alternatif dalam pelajaran pengantar ilmu tekstil 2.2 Menghayati pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dalam pengembangan pengantar ilmu tekstil secara menyeluruh 2.3 Menghayati pentingnya kolaborasi dan jejaring untuk menemukan solusi dalam pengembangan pengantar ilmu tekstil 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari pembelajaran pengantar ilmu tekstil
3. menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian	3.1 Menjelaskan serat tekstil 3.2 Menjelaskan proses pembuatan benang 3.3 Mengetahui alat dan bahan pembuatan benang 3.4 Menjelaskan proses pembuatan kain 3.5 Mengetahui alat dan bahan pembuatan kain

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.6 Menjelaskan penyempurnaan kain 3.7 Mengetahui alat dan bahan pemyempurnaan kain 3.8 Menjelaskan desain pakaian jadi
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengidentifikasi serat tekstil 4.2 Melakukan proses pembuatan benang 4.3 Melakukan proses pembuatan kain 4.4 Melakukan proses penyempurnaan kain 4.5 Membuat pola pakaian 4.6 Menjahit pakaian

UNIT 1 PENGETAHUAN SERAT-SERAT TEKSTIL

A. Ruang Lingkup Pembelajaran



B. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran selama satu semester peserta didik dapat :

1. Mengklasifikasi serat alam sesuai penggunaannya dengan benar
2. Mengklasifikasi serat sintesis sesuai penggunaannya dengan benar
3. Mendiskripsikan pengertian bentuk dan sifat sifat serat sesuai dengan jenis seratnya
4. Mengidentifikasi bentuk dan sifat serat sesuai dengan jenisnya.

C. Kegiatan Belajar

1. Mengamati

Dalam kegiatan mengamati ini anda diminta untuk mengamati beberapa sampel serat. Pengamatan ini akan menambah pemahaman anda tentang serat tekstil. Sebagai panduan dalam pengamatan ini anda dapat mengikuti instruksi dari guru atau instruksi yang ada dalam

modul ini. Anda dapat memperkaya sendiri dengan melakukan pengamatan secara mandiri. Yang anda lakukan dalam pengamatan ini adalah :

- Mengamati beberapa jenis sampel serat,
- Mengamati jenis, bentuk, sifat serta penggunaan masing-masing sampel serat,
- Membandingkan antara sampel yang satu dengan yang lain
- Tuliskan hasil pengamatan anda berdasarkan penugasan guru dengan format pengamatan seperti contoh.

Contoh lembar kegiatan.

NO	SAMPEL	JENIS	SIFAT	BENTUK	PENGGUNAAN

2. Menanya

Tanyakan kepada guru tentang segala hal, khususnya tentang bentuk, sifat serta penggunaan serta alam dan serat sitesis. Galilah pertanyaan yang ada di benak anda agar anda terbiasa untuk mampu melihat, menggali, dan menemukan masalah. Beberapa pertanyaan di bawah ini dapat anda gunakan dan anda kembangkan sendiri.

- Apakah pengertian serat alam?
- Sebutkan yang termasuk serat alam.
- Bagaimanakah bentuk, sifat serta penggunaan dari masing-masing serat alam?
- Apakah pengertian serat sintesis?
- Sebutkan yang termasuk serat sintesis.
- Bagaimanakah bentuk, sifat serta penggunaan dari masing–masing serat sintesis?
- Bagaimanakah pengertian bentuk dan sifat serat?

3. Mengumpulkan data/informasi/mencoba/eksperimen

Pada kegiatan menanya anda telah mengumpulkan beberapa pertanyaan terkait dengan pengetahuan serat tekstil. Sekarang carilah dan kumpulkan informasi serta data yang terkait dengan pengetahuan tentang serta tekstil untuk dapat menjawab berbagai pertanyaan yang telah anda himpun. Informasi dan data tersebut meliputi :

- pengertian serat alam;
- jenis-jenis serat alam;
- bentuk, sifat serta penggunaan dari masing-masing serat alam.
- pengertian serat sintesis;
- jenis-jenis serat sintesis.
- bentuk, sifat serta penggunaan dari masing–masing serat sintesis;
- pengertian, bentuk, dan sifat serat.

4. Mengasosiasikan/mendiskusikan

Diskusikan dengan teman–teman dikelas perihal informasi yang telah anda kumpulkan mengenai pengetahuan serat tekstil.
Topik diskusi dapat menyangkut :

- pengertian serat alam;
- jenis-jenis serat alam;
- bentuk, sifat serta penggunaan dari masing-masing serat alam;
- pengertian serat sintesis;
- jenis-jenis serat sintesis.
- bentuk, sifat, serta penggunaan dari masing–masing serat sintesis;
- pengertian bentuk dan sifat serat

Tuliskan beberapa catatan khusus dan masukan dari hasil diskusi untuk memperkaya/memperbaiki informasi dan kesimpulan sementara yang sudah anda buat.

Catatan hasil diksusi

....
....
....
....
....
....
....

5. Mengkomunikasikan

Susunlah laporan tertulis mengenai hasil pengamatan, informasi data hasil pembelajaran dan kesimpulan yang berhasil anda buat tentang pengetahuan serat tekstil. Kemudian presentasikan laporan tersebut di depan kelas. Presentasi ini akan memperkaya wawasan dan pengetahuanmu tentang serat tekstil.

Tuliskan masukan–masukan yang anda peroleh dari presentasi yang anda sajikan di kelas.

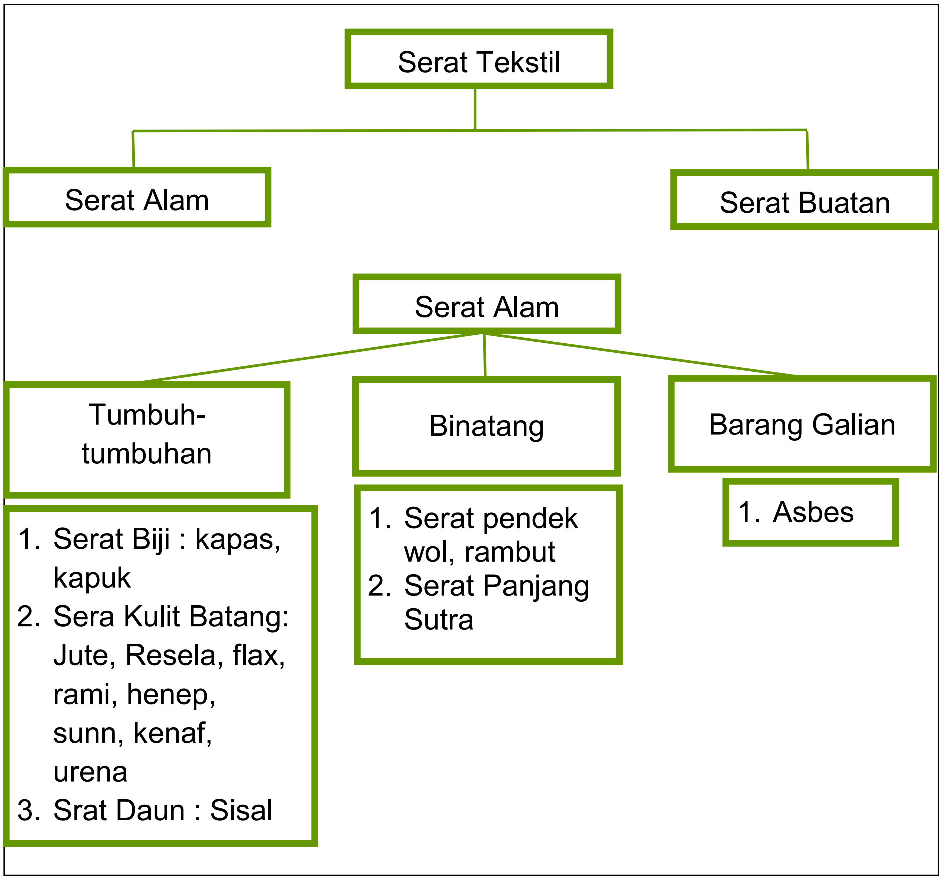
Masukan hasil presentasi
....
....
....
....
....
....
....

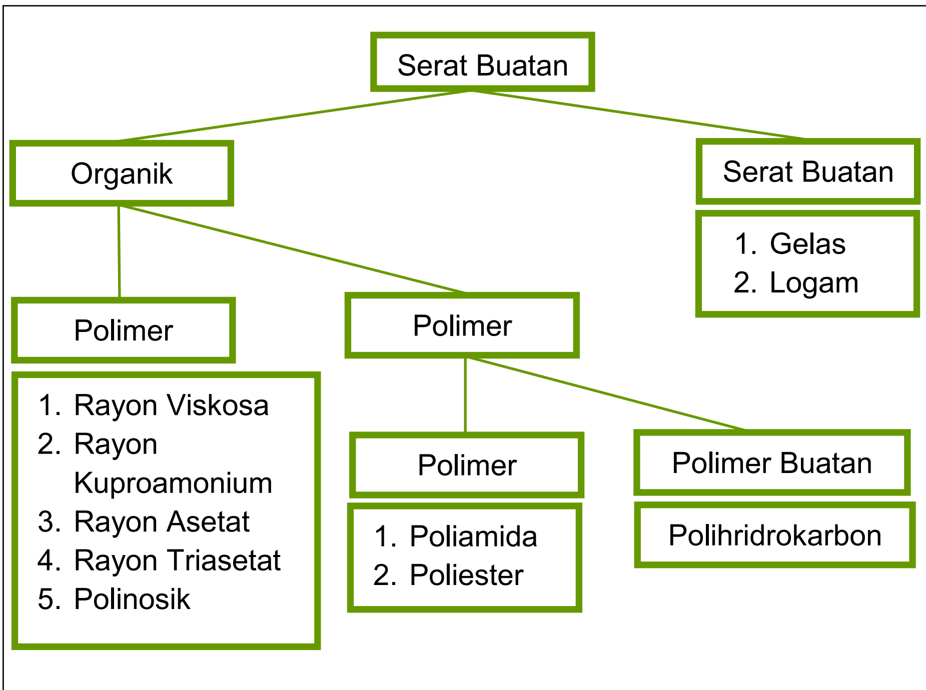
D. Penyajian Materi

Serat-serat yang terutama digunakan untuk tekstil dapat digolongkan menjadi dua:

1. Serat Alam
2. Serat Buatan

Masing-masing golongan dapat dibagi lagi berdasarkan asalnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat skema berikut ini :


Serat Tekstil
Serat Alam
Serat Buatan
Serat Alam
Tumbuh-tumbuhan
Binatang
Barang Galian
1. Serat Biji : kapas, kapuk
2. Sera Kulit Batang: Jute, Resela, flax, rami, henep, sunn, kenaf, urena
3. Srat Daun : Sisal
1. Serat pendek wol, rambut
2. Serat Panjang Sutra
1. Asbes


Serat Buatan
Organik
Serat Buatan
1. Gelas
2. Logam
Polimer
Polimer
1. Rayon Viskosa
2. Rayon Kuproamonium
3. Rayon Asetat
4. Rayon Triasetat
5. Polinosik
Polimer
Polimer Buatan
1. Poliamida
2. Poliester
Polihridrokarbon

SERAT ALAM

1. Serat Tumbuh-tumbuhan

a. Serat Kapas

1) Tanaman Kapas

Serat kapas dihasilkan dari rambut biji tanaman jenis *gossypium*. Ada 4 macam jenis gossypium yaitu :

- *Gossypium arboreum* (berasal dari India)
- *Gossypium herbaceum*
- *Gossypium barbadense* (berasal dari peru)
- *Gossypium hirsuntum* (berasal dari Mexico Selatan, Amerika Tengah dan kepulauan Hindia Barat)

Gossypium arboreum yang dikenal sebagai kapas desi hanya dalam jumlah yang sangat kecil. Seratnya sangat kasar, hanya digunakan untuk keperluan khusus seperti campuran wol. *Gossypium barbadense* di Amerika muncul sebagai tanaman yang menghasilkan kapas dengan mutu tinggi, karena seratnya halus dan stapelnya panjang. Kapas ini dikenal sebagai “Sea Island”. *Gossypium* yang berhasil dikembangkan menjadi tanaman industri adalah *gossypium hirsutum* yang kemudian dikenal sebagai kapas “Upland” atau kapas “Amerika”.

Sebelum ditanam sebagai tanaman industri, kapas merupakan tumbuhan semak daerah tropis yang berbentuk piramida dengan tinggi sekitar 1-2 meter. Diameter batang sekitar 5-7,5 sentimeter sepanjang cabang-cabangnya. Di perkebunan kapas ditanam dalam bentuk barisan-barisan yang berjarak sekitar 1 meter dengan 2-6 tanaman setiap 30 sentimeter sepanjang barisan. Pertumbuhan kapas banyak dipengaruhi oleh susunan, tanah, iklim, pemeliharaan dan sebagainya. Pertumbuhan kapas memerlukan 6-7 bulan cuaca panas, sinar matahari yang banyak, dan udara yang lembab dengan suhu antara 15-30^{o} C.

Pada umumnya biji kapas ditanam pada pertengahan April. Biji tumbuh 15 hari setelah waktu tanam. Pada akhir Juni (umur 2,5 bulan) tanaman mulai berbunga dan terus berbunga sampai akhir Agustus atau pertengahan September (selama 2-2,5 bulan). Buah kapas mencapai besar maksimum 17-20 hari setelah berbunga dan akan membuka 45-50 hari sesudahnya, yaitu pada pertengahan sampai akhir September.

Serat mulai tumbuh pada saat tanaman berbunga dan merupakan pemanjangan sebuah sel tunggal dari epidermis. Sel ini membesar hingga berbentuk silinder dengan diameter maksimum selama 17-25 hari setelah bunga kapas membuka. Pada saat ini serat merupakan sel yang sangat panjang dengan dinding tipis yang menutup protoplasma dan inti. Pada saat yang sama serat–serat yang pendek dan kasar yang disebut dengan “linter” juga tumbuh.

Pemetikan awal biasanya dilakukan dengan tangan, untuk selanjutnya pemetikan dilakukakan dengan menggunakan mesin. Ada beberapa kerugian apabila pemetikan kapas dilakukan dengan menggunakan mesin, diantaranya:

- Pertumbuhan serat kapas yang tidak seragam. Pemetikan dengan menggunakan mesin dilakukan serentak, sehingga menghasilkan kedewasaan serat yang tidak seragam;
- Batang dan daun akan menodai serta apabila tanaman tertekan dalam proses pemetikan.
- Batang, daun, dan kulit yang tercampur dengan kapas akan menurunkan mutu kapas.

Pemisahan serat kapas dari bijinya disebut “*ginning*”. *Ginning* meliputi proses pengeringan, pembersihan kapas berbiji, pemisahan serat dari biji dan pembersihan serat.

2) Bentuk Serat Kapas

a) Bentuk memanjang

- Dasar
  Dasar mempunyai bentuk kerucut pendek yang selama pertumbuhan serat tetap tertanam di antara sel-sel epidermis (selaput luar biji)
- Badan
  Badan merupakan bagian utama dari serat kapas, yaitu ¾ sampai 15/16 panjang serat. Bagian ini mempunyai diameter yang sama, dinding yang tebal, dan lumen yang sempit.
- Ujung
  Ujung serat merupakan bagian yang lurus dan mulai mengecil dan panjangnya kurang dari ¼ bagian

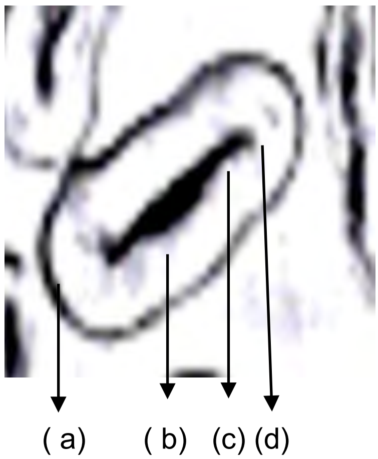
b) Bentuk melintang

- Kutikula
  Kutikula merupakan lapisan terluar dari serat yang mengandung lilin, pektin dan protein. Lapisan ini merupakan bagian dalam serat.
- Dinding Primer
  Dinding primer merupakan dinding sel yang asli dan tipis yang terdiri dari selulosa mengandung pektin, protein, dan zat-zat yang mengandung lilin. Dinding ini tertutup oleh zat-zat yang menyusun kutikula. Tebal dinding primer kurang dari 0,5μ. Selulosa dalam dinding primer berbentuk benang-benang halus yang disebut *fibril.*
- Lapisan Antara
  Lapisan antara merupakan lapisan pertama dari dinding sekunder. Bentuknya sedikit berbeda dengan dinding sekunder dan dinding primer.
- Dinding Sekuder
  Dinding sekunder merupakan lapisan-lapisan selulosa, yang merupakan bagian utama serat kapas. Dinding sekunder juga merupakan *fibril* yang membentuk spiral dengan sudut 20° - 30°
- Dinding Lumen

Dinding lumen lebih tahan terhadap pereaksi-pereaksi tertentu dibandingkan dengan dinding sekunder.

- Lumen

  Lumen merupakan bagian kosong dalam serat. Bentuk dan ukurannya bervariasi dari serat ke serat. Lumen berisi zat-zat padat yang sebagian besar terdiri dari nitrogen.



Keterangan :

a) Kutikula (Lapisan Luar)
b) Dinding Primer
c) Dinding Sekunder
d) Lumen

3) Komposisi Serat Kapas

a) Selulosa

Analis menunjukkan bahwa serat kapas tersusun atas selulosa. Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)n merupakan polimer linier yang tersusun dari kondensasi molekul-molekul glukosa $C_6H_{12}O_6$. Derajat polimerisasi selulosa pada kapas kira-kira 10.000 dengan berat molekul kira-kira 1.500.000.

b) Pektat atau pektin

Pektin adalah zat yang penting di antara zat-zat bukan selulosa yang menyusun serat. Pektin adalah

karbohidrat dengan berat molekul tinggi dan struktur yang hampir sama dengan selulosa. Perbedaanya yaitu selulosa pecah ke dalam glukosa, sedangkan pektin terurai menjadi galaktosa, pentosa, asam poligalakturonat dan metil alkohol.

c) Protein
Diperkirakan bahwa zat-zat protein yang terdapat dalam kapas adalah sisa-sisa protoplasma yang tertinggal dalam lumen setelah selnya mati pada saat buah membuka. Komposisi protein dan sifat-sifatnya dalam serat tidak banyak diketahui.

d) Lilin
Lilin adalah zat-zat yang diekstraksi dari kapas dengan menggunakan pelarut-pelarut organik. Lilin ini tersebar ke seluruh dinding primer sehingga merupakan lapisan pelindung yang tahan air pada serat-serat kapas mentah. Adanya lilin dalam serat akan mempermudah pemintalan karena bertindak sebagai pelumas, tetapi akan mengurangi geseran antara serat yang menyebabkan kekuatan benangnya turun.

e) Debu
Debu berasal dari daun, kulit buah dan kotoran-kotoran yang menempel pada serat. Analis menunjukkan bahwa penyusun utama debu adalah magnesium, kalsium, kalium karbonat, fosfat, sulfat, khlorida dan garam-garam karbonat. Pemasakan dan pengelantangan akan mengurangi kadar debu di dalam kapas.

Tabel 1.
Komposisi serat kapas

Susunan	Persentase terhadap berat kering
Selulosa	94
Pektat	1,2
Protein	1,3
Lilin	0,6
Debu	1,2
Pigmen dan zat-zat lain	1,7

4) Sifat-sifat Serat Kapas

a) Warna
Warna kapas tidak sangat putih tetapi kecoklat-coklatan (krem). Kapas Mesir dan Pima mempunyai serat yang lebih panjang dan warna yang lebih krem dari pada kapas Upland dan Sea Island. Cuaca yang lama, debu dan kotoran dapat menimbulkan warna keabu-abuan. Tumbuhnya jamur sebelum pemetikan menyebabkan warna putih kebiru-biruan yang tidak dapat dihilangkan dengan pemutih.

b) Kekuatan
Kekuatan serat kapas terutama dipengaruhi oleh kadar selulosa di dalam serat. Serat kapas dalam keadaan basah kekuatannya makin tinggi. Sebaliknya serat lain terutama serat buatan dan serat binatang umumnya kekuatan akan berkurang dalam keadaan basah. Kekuatan serat kapas per bundel rata-rata 96.700 pon/inchi dengan kekuatan minimun 70.000 dan maksimum 116.000 pon inchi kwadran.

c) Mulur
Mulur serat kapas saat putus tergolong tinggi di antara serat–serat selulosa lainnya. Serat alam yang mulurnya lebih tinggi dari kapas adalah wol dan sutra. Mulur serat kapas berkisar antara 4–13%, dengan rata-rata 7%.

d) Keliatan
Keliatan adalah ukuran yang menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menerima kerja. Keliatan serat kapas relatif tinggi dibandingkan dengan serat alam lain, tetapi relatif rendah jika dibandingkan dengan serat wol, sutra dan selulosa yang diregenerasi.

e) Kekakuan
Kekakuan serat dapat diartikan sebagai daya tahan serat terhadap perubahan bentuk. Kekakuan serat tekstil dinyatakan sebagai perbandingan antara kekuatan saat putus dengan mulur saat putus.

f) *Moisture regain*

Moisture regain serat kapas bervariasi dengan perubahan kelembaban relatif udara sekelilingnya. *Moisture regain* serat kapas pada kondisi standar berkisar antara 7–8,5%.

g) Berat jenis

Berat jenis kapas berkisar antara 1,5–1,56%.

h) Indeks bias

Indeks bias serat kapas yang sejajar dengan sumbu serat adalah 1,58 dan yang melintang dengan sumbu serat adalah 1,53.

i) Bentuk morfologi serat

Bentuk penampang membujur serat kapas



Bentuk penampang melintang serat kapas



5) Klasifikasi Serat Kapas

a) Serat kapas yang panjang, halus, kuat, dan berkilau dengan panjang stapel 1–1,5 inchi. Kapas Mesir dan kapas Sea island termasuk dalam jenis ini, biasa digunakan untuk benang dan kain yang sangat halus.
b) Serat kapas yang medium atau sedang, lebih kasar dan lebih pendek dari jenis di atas, dengan panjang stapel ½-1⅜ inchi. Kapas Amerika Upland termasuk dalam jenis ini. Jenis ini merupakan jenis yang terpenting dalam produksi kapas.
c) Serat kapas yang pendek, kasar, dan tidak berkilau dengan panjang stapel ⅜-1 inchi Kapas India, Cina, dan sebagian kecil kapas Timur Tengah, Eropa Tenggara dan Afrika Selatan termasuk jenis ini. Karena kualitasnya rendah, jenis ini biasa digunakan dalam pembuatan benang-benang kasar untuk bahan kain, selimut, dan permadani, atau sebagai campuran serat-serat lain.

b. Serat Kapuk

1) Tanaman Kapuk

Kapuk Jawa adalah hasil jenis *Ceiba Pentandra*. Dikenal juga *Eriodendron anfractuosum* dan *Eriodendron Orientale* Kapuk dapat tumbuh baik di daerah tropis karena iklim dan tanahnya sesuai untuk penanaman kapuk. Kapuk dapat berkembang biak dengan biji atau batang. Bila dikehendaki penanaman dalam jumlah yang besar, kapuk ditanam dari bijinya. Untuk mendapatkan hasil yang bermutu tinggi, kapuk ditanam dengan memotong batangnya.

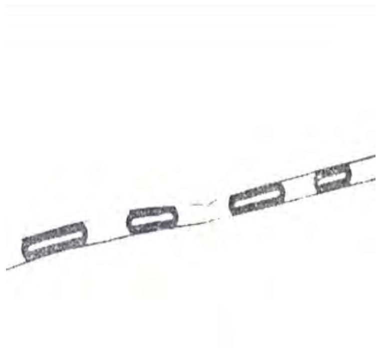


2) Bentuk Serat Kapuk

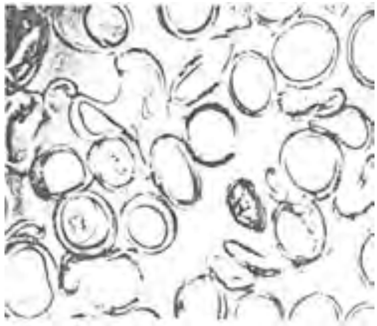
Panjang serat kapuk berkisar 0,75–3 cm, rata-rata 1,75 cm dan berdiameter 30-36 mikron. Bentuk penampang melintangnya, bulat atau lonjong dengan lumen yang lebar dan dinding yang sangat tipis. Pada lumen nampak terdapat gelembung-gelembung udara. Bentuk penampang membujur seperti silinder meruncing ke arah ujung dan mempunyai pilinan seperti serat kapas.

Morfologi serat kapuk

Bentuk penampang membujur seperti silinder meruncing ke arah ujung dan mempunyai pilinan seperti serat kapas



Penampang melintang, bulat atau lonjong dengan berbentuk lumen yang lebar dan dinding yang sangat tipis.



3) Komposisi Serat Kapuk

Tabel 2
Komposisi Serat Kapuk

Susunan	Persentase terhadap berat kering
Selulosa	± 64
Lignin	± 13
Pentosan (Hemi selulosa)	± 23

Disamping ketiga komponen utama di atas kapuk juga mengandung *cutine*, sebangsa lilin yang bergabung dengan selulosa yang bersifat tidak higroskopis.

4) Sifat-sifat Kapuk

a) Serat kapuk berwarna coklat kekuning-kuningan dan mengkilap.
b) Serat kapuk sangat lembut, licin, getas, dan tidak elastis karena dindingnya sangat tipis. Sifat tersebut menyebabkan serat kapuk tidak mudah dipintal.
c) Berat jenis zat serat sangat kecil (b.d 0,04) yang menyebabkan serat kapuk mudah mengembang.
d) Sifat melenting yang baik, transparan, tidak higroskopis, menyerap suara, mudah sekali terbakar, anti septik, dan bersifat menghambat panas yang tidak baik.

5) Penggunaan Serat Kapuk

a) Serat kapuk digunakan sebagai pengisi pelampung penyelamat karena mempunyai sifat mengembang yang baik.

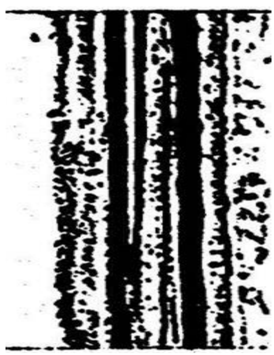
b) Serat kapuk sangat baik dipakai sebagai kaur dan bantal karena mempunyai sifat melentingnya yang tinggi.
c) Serat kapuk sangat baik digunakan untuk isolasi suara dan isolasi panas.
d) Serat kapuk tidak digunakan sebagai bahan pakaian karena sifatnya yang getas dan tidak elastis yang menyebabkan serat kapuk tidak dapat dipintal.

c. Serat Jute

Jute adalah serat yang didapat dari kulit batang tanaman *Corchorus capsularis* dan *Corchorus olitorius*. Serat jute yang diperdagangkan merupakan bundel serat elementer dengan ujung yang saling menumpuk membentuk benang kontinu yang disebut serat teknik. Di dalam tanaman jumlah serat elementer tiap bundel dapat mencapai lima puluh helai, tetapi di dalam serat elementer proses akan terurai sehingga jumlahnya akan berkurang sampai delapan helai per bundel. Sepanjang batang serat elementer direkatkan menjadi satu oleh getah, ignin, dan lilin.

Panjang serat elementer berkisar antara 1-5 mm dan rata-rata 2 mm, sedangkan diameter serat berkisar antara 20µ - 25µ dan rata-rata 23µ. Penampang melintangnya berbentuk segi banyak dengan sudut-sudut yang tajam, dinding sel tebal, dan lumen yang lebar berbentuk lonjong. Bentuk memanjang lumen tidak teratur, di dekat dasar serat melebar, dan di dekat ujung serat menyempit. Ujung seratnya meruncing. Bentuk penampang melintang dan membujur dapat dilihat di bawah ini.

Bentuk memanjang lumen tidak teratur, didekat dasar serat melebar dan didekat ujung serat menyempit. Ujung seratnya meruncing.



Penampang melintangnya berbentuk segi banyak dengan sudut-sudut yang tajam, dinding sel tebal dan lumen yang lebar berbentuk lonjong.



1) Komposisi Serat Jute

Komposisi utama serat jute mentah yang kering adalah sebagai berikut:

Tabel 3.
Komposisi utama serat jute mentah

Susunan	Persentase
Selulosa	71%
Lignin	13%
Hemi selulosa	13%
Pektin	0,2%
Zat-zat yang larut dalam air	2,3%
Lemak dan Lilin	0,5%

Perbedaan utama antara jute dengan serat-serat batang yang lain ialah kadar lignin yang sangat tinggi. Ada dua jenis lignin dalam serat jute yaitu tidak larut dalam larutan asam encer dan larut dalam larutan asam encer.

2) Sifat–sifat Serat

Adanya hemi selulosa menyebabkan jute lebih peka terhadap alkali dan asam daripada selulosa murni. Serat jute mempunyai kekuatan dan kilau sedang, tetapi mulur saat putus rendah 1,7% dan gelas. Seratnya kasar sehingga membatasi kehalusan benang yang dapat dihasilkan. Sifat penting yang lainnya ialah sifat higroskopinya lebih tinggi dibanding dengan serat-serat selulosa yang lain. *Moisture regain* serat 12,5%. Jute tahan terhadap perusakan oleh mikroorganisme, tetapi setelah pengerjaan asam dan basa dan juga setelah penyinaran yang lama, sifat ini berkurang.

Dalam pengolahan ujung-ujung serat elementer dapat terlepas dari bundelnya sehingga benangnya berbulu dan menyebabkan pegangannya kasar.

3) Penggunaan

Karena mempunyai kekuatan sedang, mulur kecil dan permukaan yang kasar, jute tidak mudah tergelincir. Serat jute sangat baik digunakan sebagai bahan pembungkus dan karung. Tetapi jute tidak baik digunakan sebagai bahan pembungkus makanan tertentu karena bulu-bulu yang putus akan mengotori bahan makanan tersebut. Selain untuk bahan pembungkus dan karung, jute digunakan sebagai bahan tekstil untuk industri, seperti pelapis permadani, isolasi listrik, tali temali, terpal, dan bahan untuk atap.

d. Serat Rosela

Warna serat rosella yang baik ialah krem sampai putih perak berkilau dan kekuatan cukup. Panjang serat teknik 90–150. Panjang serat elementer 1,25-3,25 mm, dengan rata-rata 1,75 mm. Diameter serat 10-32 mikron, dengan rata-rata 29 mikron. Penggunaan serat rosella ialah untuk karung pembungkus gula dan beras.

e. Serat Flax

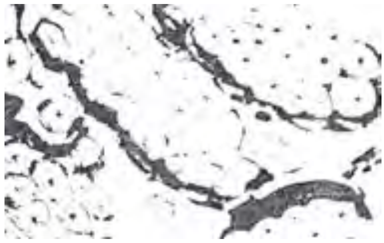
1) Bentuk Serat

Serat flax berbentuk bundel yang terdiri dari 12-40 serat yang berhunbungan sepanjang batang sampai 1 meter yang diikat oleh zat-zat pektin. Panjang serat elementer 2,5–3 cm dengan diameter 15 mikron. Penampang melintang serat flax berbentuk segi banyak dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang kecil. Penampang membujurnya seperti silinder dan kedua ujungnya meruncing dengan lumen yang sempit dan menghilang pada kedua ujung. Permukaan serat licin dan pada beberapa tempat terdapat tanda-tanda melintang menyerupai ruas. Warna serat mentah yang baik ialah putih agak krem dan berkilau.

Penampang membujur seperti silinder dan kedua ujungnya meruncing dengan lumen yang sempit dan menghilang pada kedua ujung. Permukaan serat licin dan pada beberapa tempat terdapat tanda-tanda melintang menyerupai ruas.



Penampang melintang berbentuk segi banyak dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang kecil



2) Komposisi Serat

Tabel 4
Komposisi serat *flax*

Susunan	Persentase terhadap berat kering
Selulosa	75
Hemi selulosa	15
Pektin	2,5
Lignin	2,0
Lilin	1,5
Zat-zat yang larut dalam air	4,0

3) Sifat Serat

- Kekuatan 2-3 kali kekuatan serat kapas.
- *Moisture Regain* 7-8 %
- Terasa dingin karena sifat menghantar panas yang baik.
- Permukaan halus
- Mudah dicuci, disetrika
- Sukar dicelup dan dapat dikelantang dengan baik

4) Penggunaan Serat

Serat flax digunakan untuk bahan pakaian tekstil dan kebutuhan rumah tangga yang bermutu baik. Serat flax juga untuk benang jahit, jala, dan pipa pemadam kebakaran.

f. Serat Rami

Rami adalah serat yang diambil dari batang tanaman *Bochmerianivea*.

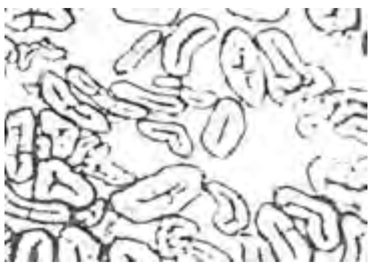
1) Bentuk Serat Rami

Panjang serat elementer sangat bervariasi yaitu 2,5–50 cm, dengan rata-rata 12,5–15 cm. Diameternya 25–27 mikron, rata-rata 30–50 mikron. Penampang lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih. Ujung sel tumpul dan tidak berlumen. Penampang membujur seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut membentuk benjolan-benjolan kecil.

Penampang membujur seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut membentuk benjolan-benjolan kecil



Penampang lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih. Ujung sel tumpul dan tidak berlumen.



2) Komposisi Serat Rami

Tabel 5.
Komposisi serat rami

Susunan	Persentase terhadap berat kering
Selulosa	75
Pektin	16
Lignin	2
Lilin, lemak	0,3
Zat-zat yang larut dalam air	6

3) Sifat Serat Rami
   a) Warna sangat putih, berkilau dan tidak berubah warna karena sinar matahari;
   b) Tahan terhadap bakteri dan jamur;
   c) Kekuatan 3–9 gram/denier, dengan rata-rata 6–7 gram/denier;
   d) Kekuatan dalam keadaan basah naik menjadi 140–160% dari kondisi standar.
   e) Mulur 2-10% , dengan rata-rata 3-4 %
   f) Sangat higroskopis dan cepat kering.
   g) Tidak mengkerut

4) Kegunaan Serat Rami
   Serat rami digunakan untuk jala, kanvas, dan tali temali.

g. Serat Sunn

1) Sifat–sifat Serat Sunn
   a) Warna sangat muda dan berkilau.
   b) Kekuatan baik.
   c) Cukup tahan terhadap jamur dan mikrorganisme.

2) Kegunaan Serat Sunn
   Serat sunn digunakan untuk membuat tali temali, kertas, dan karung.

h. Serat Kenaf

1) Sifat–sifat Serat Kenaf
   a) Warna sangat muda.
   b) Berkilau.

2) Kegunaan Serat Kenaf
   Serat kenaf digunakan untuk membuat tali temali, karung, dan kanvas.

i. Serat Urena

1) Sifat–sifat Serat Urena
   a) Warna putih agak krem;
   b) Berkilau;
   c) Halus;
   d) Lembut;
   e) Fleksibel;
   f) Kekuatan hampir sama dengan serat jute.

2) Kegunaan Serat Urena
   Serat urena digunakan untuk membuat karung.

j. Serat Abaka

1) Sifat–sifat Serat Abaka
   a) Warna serat bervariasi dari hampir putih sampai kuning gading, krem, coklat muda, coklat tua, sampai hampir hitam.
   b) Kekuatan tinggi.
   c) Tahan tekukan.
   d) Tahan terhadap air laut.
   e) Sifat mengembang yang baik.

2) Kegunaan Serat Abaka
   Serat abaka digunakan untuk bahan tekstil halus dan tali temali.

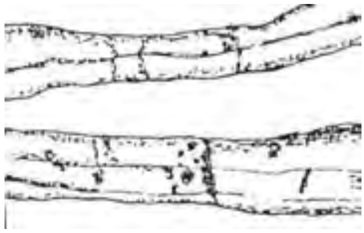
k. Serat Sisal

Sisal adalah serat yang didapat dari daun tumbuhan *Agave Sisalana.*

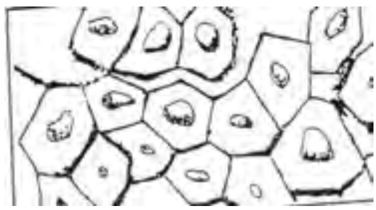
1) Bentuk Serat Sisal

Panjang teknik serat sisal adalah 1–1,25 m. Panjang serat elementernya 3–6 m dengan diameter rata–rata 24 mikron. Bentuk memanjang seperti silinder dengan lumen lebar dan pada ujung sel tumpul dan kadang-kadang bercabang. Penampang melintangnya berbentuk segi banyak membulat.

Bentuk memanjang seperti silinder dengan lumen lebar dan pada ujung sel tumpul dan kadang-kadang bercabang.



Penampang melintang berbentuk segi banyak membulat.



2) Komposisi Serat Sisal

Table 6
Komposisi serat sisal

Susunan	Persentase terhadap berat kering
Selulosa	73
Hemi selulosa	13
Pektin	0,9
Lignin	11
Zat –zat yang larut dalam air	1,7
Lemak dan lilin	0,4

3) Sifat–sifat Serat Sisal
   a) Warna serat putih berkilau;
   b) Seratnya kaku;
   c) Kekuatan sangat baik;
   d) Tahan terhadap air laut.

4) Kegunaan Serat Sisal
   Serat sisal terutama digunakan untuk tali temali.

SERAT BINATANG

2. Serat Binatang

a. Serat Sutra

1) Macam Serat Sutra
   a) Sutra *tusah*
   Sutra tussah adalah sutra yang dihasilkan oleh ulat sutra tusah yang terdapat di daerah Cina. Ukurannya lebih besar dari *Bombyx-mori* dan makanannya daun pohon oak. Dalam pembentukan kepompong ulat sutra tusah meninggalkan sebuah lubang. Bila ulat tersebut berubah menjadi kupu-kupu dewasa, ia akan keluar dari kepompong melalui lubang tersebut dengan tidak merusak filamennya. Sutra tusah lebih kasar dari pada sutra *bombyx-mori* dan berwarna kecoklat-coklatan karena adanya tanin dari daun oak yang dimakannya. Supaya filamen dapat digulung dari kepompongnya, serisin harus dihilangkan seluruhnya dengan proses pemasakan dalam larutan natrium karbonat.

   Yang termasuk dalam keluarga ulat sutra tusah adalah ulat sutra yang terdapat di India yang menghasilkan sutra “eri”. Ulat sutra ini memakan daun pohon jarak.

   b) Sutra *anaphe*
   Ulat sutra *anaphe* terdapat di Afrika, terutama Afrika Barat. Ulat sutra ini hidup mengelompok dan membuat sarang di mana masing–masing ulat membentuk

kepompong. Secara komersiil penggulungan sutra dari kepompong anaphe tidak menguntungkan karena susunannya lebih kompleks dan mengandung banyak kotoran.

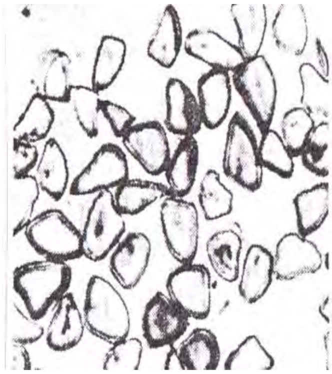
2) Bentuk Serat Sutra
Filamen sutra mentah terdiri dari dua serat fibroin yang terbungkus dalam serisin. Lebar filamen tidak rata, bergaris–garis dan terdapat lipatan–lipatan. Penampang lintang setiap filamen agak lonjong dan dua serat berbentuk segitiga terletak didalamnya dengan salah satu isi dan masing–masing serat terletak berdekatan.

Setelah serisin dihilangkan serat fibroin akan tembus cahaya. Lebar seratnya rata–rata sepanjang serat (9–12 mikron) dengan permukaan halus. Serat sutra tusah berwarna lebih gelap, lebih kasar, dengan diameter rata–rata 28 mikron, lebih kurang rata, dengan penampang membujur bergaris–garis. Penampang membujur sutra anaphe bergaris–garis melintang pada jarak tertentu sepanjang serat. Penampang melintang serat *Bombyx-mori* berbentuk segitiga dengan sudut-sudut yang membulat. Penampang lintang tusah berbentuk pasak, sedangkan penampang melintang serat anaphe berbentuk segitiga melengkung.

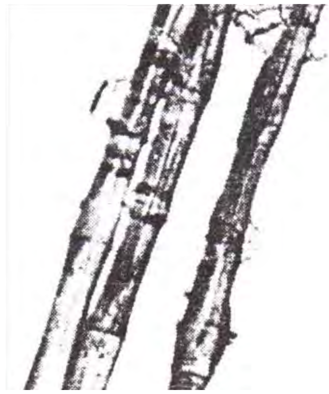
Penampang membujur sutra *bombyx-mori*



Penampang melintang sutra *bombyx-mori*



Penampang membujur sutra *anaphe*



Penampang melintang sutra *anaphe*



Penampang membujur sutra tusah



Penampang melintang sutra tusah



3) Komposisi Serat Sutra

Table 7.
Komposisi serat sutra

Susunan	Persen terhadap serat kering
Fibroin (serat)	76
Serisin (perekat)	22
Lilin	1,5
Garam – garam mineral	0,5

Serisin adalah protein albumin yang tidak larut dalam air, tetapi menjadi lunak dalam air panas dan larut dalam alkali lemah atau sabun.

Fibroin adalah protein yang tidak larut dalam alkali lemah dan sabun.

4) Sifat Serat Sutra

a) Sifat fisika

(1) Warna bervariasi dari putih, kuning, hijau dan coklat tergantung jenis iklim dan makananya.
(2) Dalam keadaan kering mempunyai kekuatan 4-14 gram/denier dengan mulur 20–25%. Dalam keadaan basah mempunyai kekuatan 3,5–4 gram/denier dengan mulur 25-30%.
(3) Serat sutra dapat kembali ke panjang semula setelah mulur 4%, tetapi jika mulur lebih dari 4% pemulihannya lambat dan tidak akan kembali ke panjang semula.
(4) Sangat higroskopis
(5) *Moisture regain* sutra mentah 11%, dan setelah serisinnya dihilangkan *moisture regain*nya menjadi 10%.
(6) Bunyi bergemreisik bila saling bergeser, sifat ini karena pengerjaan dalam larutan asam encer yang mekanisme belum diketahui.
(7) Berat jenis serat mentah 1,33 yang setelah serisinnya dihilangkan berat jenisnya menjadi 1,25.
(8) Untuk mengimbangi berat serisin yang hilang sutra diberati dengan peredaman dalam larutan garam-garam timah dalam asam, tetapi proses tersebut menyebabkan kekuatannya berkurang dan mempercepat kerusakan oleh sinar matahari.

b) Sifat kimia

(1) Pengaruh asam

Sutra tidak mudah rusak oleh larutan asam encer hangat, tetapi larut dengan cepat di dalam asam kuat. Pemasakan dengan asam mineral (asam khlorida) yang encer mengurangi kekuatan sedangkan dengan asam lemah (asam cuka) justru membantu dalam pencelupan sutra.

(2) Pengaruh alkali

Larutan kaustik soda pekat dan dingin dengan waktu singkat yang diikuti pencucian hanya sedikit berpengaruh pada sutra. Pemanjangan waktu merusak sutra. Larutan yang encer akan melarutkan sutra dengan cepat pada suhu mendidih.

(3) Pengaruh oksidator
Sutra mudah diserang oleh zat–zat oksidator tetapi tahan terhadap serangga, jamur dan bakteri.

(4) Pengaruh air
Pemanasan yang lama dalam air menyebabkan kilau dan kekuatan berkurang. Perubahan ini menjadi lebih cepat apabila bila suhunya lebih dari 100°C.

(5) Pengaruh sinar
Penyinaran yang lama dengan sinar matahari atau penyinaran yang pendek dengan sinar ultra violet menyebabkan kekuatan berkurang.

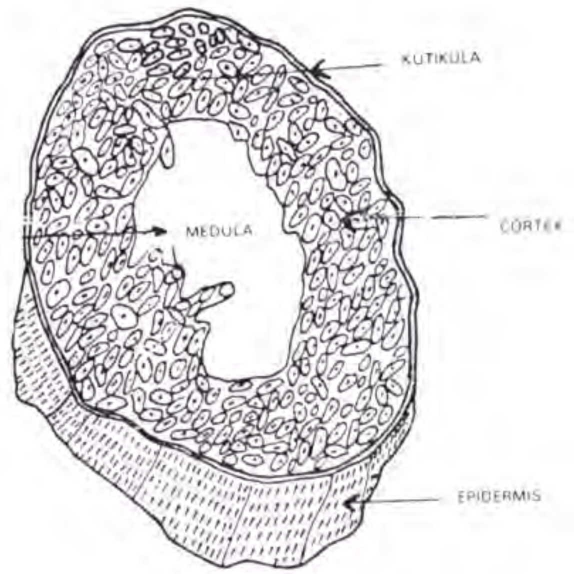
(6) Penggunaan serat sutra
Serat sutra digunakan untuk bahan pakaian dan keperluan rumah tangga.

b. Serat Wol

1) Struktur Morfologi Serat Wol

Serat wol terdiri dari kutikula di lapisan luar dan korteks di bagian dalam. Sering terdapat medula di bagian tengah, terutama pada serat wol kasar. Tiap–tiap bagian terbentuk dari lapisan sel yang berbeda.

Kutikula merupakan lapisan sel-sel yang pipih yang disebut sisik, menumpuk seperti genteng pada atap di sepanjang serat. korteks di tutupi oleh sisik, sedangkan medula merupakan sel kosong disepanjang sumbu serat.

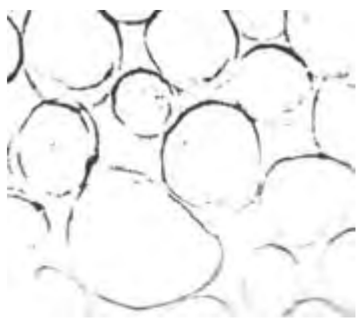


2) Bentuk Serat Wol

Diameter rata-rata serat wol berkisar 16-17 mikron. Dipandang dari segi teknologi, diameter rata-rata serat merupakan faktor yang penting dalam penentuan *grade*. Sifat benang dan kain terutama tergantung pada diameter rata-rata serat. Variasi diameter benang juga berpengaruh pada kerataan benang sampai batas-batas tertentu.

Bentuk penampang melintang serat wol bervariasi dari bulat sampai lonjong. Keriting serat wol berhubungan langsung dengan kehalusan serat atau diameter serat. Keriting serat sukar dihitung dan diukur karena bentuknya tidak teratur dan kecilnya gaya yang diperlukan untuk meluruskan serat. Panjang stapel wol halus berkisar antara 3,75–10 cm, wol sedang 5 -10 cm, dan wol panjang 12,5–35 cm.

Bentuk penampang melintang serat wol bervariasi dari bulat sampai lonjong



Penampang membujur serat wol



3) Komposisi Serat Wol

Table 8.
Komposisi serat wol

Jenis	Berat kering wol (%)	Air (%)	Lilin (%)	Keringat (%)	Debu dan kotoran (%)
Merino	49	10	16	6	19
Cross bred	61	12	11	8	8
Wol cabut	63	9	16	1	11

4) Sifat–sifat Serat Wol

a) Sifat fisika
(1) Kilau serat wol bervariasi, tergantung pada susunan permukaan serat, ukuran serat, serat gelombang, atau keriting.
(2) Kekuatan serat dalam keadaan basah berkisar antara 1,2–1,7 gram/denier dengan mulur 30–40 %.
(3) Semakin lambat penarikan semakin besar mulurnya.
(4) Mulur sangat bergantung pada kadar kelembaban dan kecepatan tarik, semakin lambat penarikan, makin besar mulutnya.

b) Sifat kimia
(1) Menggelembung 10% dalam air dingin atau hangat;
(2) Dapat bereaksi dengan asam kuat atau asam lemah;
(3) Tidak larut oleh asam kuat atau asam lemah.
(4) Menggelembung kira–kira 3% dalam asam khlorida pada PH=0,6;

(5) Menggelembung kira–kira 18% dalam asam monokhlor asetat pada PH=0,6;
(6) Menggelembung 50% dalam asam format 98%;
(7) Mudah rusak dalam alkali;
(8) Rusak oleh zat reduktor dan zat oksidator yaitu memutus ikatan sistina atau ikatan disulfida;
(9) Tahan terhadap jamur dan bakteri;
(10) Dapat dicelup dengan zat warna asam, direk, dan krom.

c) Penggunaan Serat Wol
Wol banyak digunakan untuk bahan pakaian pria, wanita dan anak–anak. Wol juga digunakan untuk keperluan alat-alat rumah tangga seperti karpet, kursi, tirai, selimut dan lain-lain, dan untuk keperluan industri, seperti untuk piano, isolasi, sumbu lampu, dan lain-lain.

c. Serat Barang Galian

1) Serat asbes
Asbes adalah serat yang diperoleh dari batu karang yang terletak jauh di bawah permukaan tanah.

2) Bentuk serat asbes
Di bawah mikroskop dengan pembesaran rendah,bentuk serat bergelombang samapi lurus. Dengan mikroskop elektron (pembesaran 17.000 kali) fibril–fibril serat asbes berbentuk lurus, tidak padat, tetapi seperti pipa. Permukaan serat tidak kasar, sehingga mudah selip dalam proses pemintalan. Semua jenis serat asbes mengelompok seperti serat tunggal yang sebenarnya terdiri dari banyak serta halus. Diameter serat berkisar 0,02–0,04 mikron untuk jenis *chrysotile* dan 0,1–0,2 untuk jenis *amphibole.*

Penampang membujur serat asbes



Penampang melintang serat asbes



3) Komposisi Serat Asbes

Table 9.
Komposisi serat asbes

Susunan	Chrysotile	Crocidolite
SiO_2	35-44	43-57
MgO	36-44	43-57
Oksidasi besi dan Al_2O_3	0-3	20-40
CaO dan Na_2O	0-2	2-8
H_2O	12-5	2-4

4) Sifat–sifat Serat Asbes

a) Sifat fisika
(1) Mulur serat asbes sangat rendah, yaitu 1-3 %.
(2) Berat jenis asbes *chrysotile* 2,22–2,75 dan jenis *amphibole* 2,8–3,6.
(3) Serat asbes hanya sedikit menyerap air. Dalam udara absorpsi maksimum hanya 3 %.
(4) Serat asbes tahan terhadap panas dan api. Pada pemanasan 200-1000°C, asbes kehilangan berat karena menguapnya air kristal dan karbondioksida. Pada suhu 980°C, jenis *chrysotile* kehilangan berat 12 16%. Titik leleh tergantung dari jenis, berkisar antara 1.180–1.500°C.
(5) Kekuatan dan mulur bervariasi, tergantung dari jenis, cara penambangan dan pengambilan serat batunya.
- Kawat baja = 50–150 kg/mm²
- Kapas = 30–70 kg/mm²
- Serat gelas = 80–200 kg/mm²
- Asbes = 30–230 kg/mm²

b) Sifat kimia

Daya tahan asbes terhadap asam sangat penting sehubungan dengan kegunaan asbes sebagai penyaring dan katalisator dalam pabrik–pabrik kimia seperti pabrik asam tatrat, asam nitrat, asam sulfat, dan asam khlorida. Dalam asam khlorida 25% pada suhu kamar, setelah direndam 10-24 jam asbes kehilangan berat sekitar 5–57% tergantung pada jenisnya. Pada suhu mendidih asam khlorida merusak asbes lebih kuat.

c) Sifat Lainnya

(1) Menghantar listrik dan panas yang tidak baik;
(2) Tahan terhadap gesekan;
(3) Tahan terhadap cuaca;
(4) Menyerap suara, terutama untuk frekunsi tinggi.

5) Penggunaan Serat Asbes

Serat asbes dapat dipintal menjadi benang sehingga dapat dibuat menjadi kain. Asbes digunakan sebagai bahan campuran untuk atap, pembungkus, papan asbes, semen asbes, bahan penahan panas dan api, serta bahan–bahan yang banyak mendapat gesekan seperti pelapis rem dan kopling.

SERAT BUATAN

3. Serat Buatan Organik

a. Serat Rayon Viskosa

Sebagai bahan dasar serat rayon viskosa adalah kayu yang dimurnikan dan dengan mengubah natrium hidroksida menjadi selulosa alkali kemudian dengan mengubah karbon disulfuda dirubah menjadi natrium selulosa xantat dan selanjutnya dilarutkan di dalam larutan natrium hidroksida encer. Larutan ini kemudian diperam dan akhirnya dengan cara pemintalan basah dengan menggunakan larutan asam. Filamen hasil pemintalan masih belum murni sehingga perlu dimurnikan dengan cara dicuci dengan air, kemudian digunakan larutan natrium sulfida

untuk menghilangkan belerang dan mungkin juga senyawa-senyawa yang mengandung belerang, kemudian diputihkan dengan natrium hipoklorit dan akhirnya dicuci dengan air dan dikeringkan.

1) Sifat
   a) Kekuatan dan Mulur
      Kekuatan serat rayon viskosa kira-kira 2,6 gram/denier dalam keadaan kering dan kekuatan basahnya kira-kira 1,4 gram/denier. Mulurnya kira-kira15% dalam keadaan kering dan kira-kira 25% dalam keadaan basah.

   b) Moisture Regain
      Moisture regain serat rayon viskosa dalam kondisi standar adalah 12 – 13%.

   c) Elastisitas
      Elastisitanya tidak baik.

   d) Berat Jenis
      Berat jenis rayon viskosa adalah 1,52

   e) Sifat Listrik
      Dalam keadaan kering rayon viskosa merupakan isolator listrik yang baik, tetapi uap air yang diserap oleh rayon akan mengurangi daya isolasinya.

   f) Sinar
      Penyinaran dapat menyebabkan kekuatan rayon viskosa berkurang. Berkurangnya kekuatan lebih sedikit dibandingkan dengan sutra, tetapi lebih tinggi dari asetat.

   g) Panas
      Rayon viskosa tahan terhadap penyetrikaan tetapi pemanasan dalam waktu lama menyebabkan rayon berubah menjadi kuning.

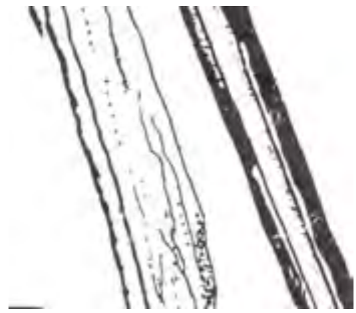
   h) Sifat kimia
      Rayon viskosa lebih cepat rusak oleh asam dibandingkan dengan kapas, terutama dalam keadaan panas. Pengerjaan dengan asam encer dingin dalam

waktu singkat biasanya tidak berpengaruh, tetapi pada suhu tinggi akan merusak serat rayon viskosa. Rayon viskosa tahan terhadap pelarut-pelarut untuk pencucian kering.

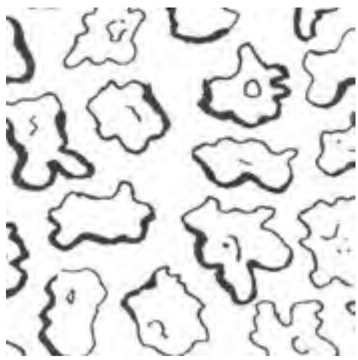
i) Sifat Biologi

Jamur menyebabkan kekuatan rayon viskosa berkurang serta berwarna. Biasanya jamur mula-mula tumbuh pada kanji yang menempel pada benang. Apabila kanji telah dihilangkan kemungkinan diserang jamur berkurang.

Penampang membujur serat rayon viskosa



Penampang melintang serat rayon viskosa



2) Penggunaan

Rayon viskosa dipergunakan untuk tekstil pakaian dan tekstil rumah tangga seperti kain tirai, kain penutup kursi, taplak meja, sprei, kain renda, kain-kain halus untuk pakaian dan pakaian dalam. Rayon viskosa baik untuk kain lapis karena tahan gesek, berkilau dan licin. Campuran rayon viskosa dan poliester banyak digunakan sebagai bahan pakaian.

b. Serat Rayon Kumproanium

1) Pembuatan Serat

Bahan baku utama pembuatan rayon komproanium ialah klinter kapas meskipun kadang–kadang digunakan pula pulp kayu yang telah dimurnikan sehingga mempunyai kadar selulosa yang tinggi. Linter kapas dimasak dalam kier pada suhu 150°C dengan larutan natrium hidroksida encer, dan kemudian diputihkan dengan natrium hipoklorit. Selulosa yang telah dimurnikan dicampur dengan amonia, kuprosulfat dan antrium hidroksida yang diperlukan, kemudian diaduk-aduk sehingga menjadi larutan yang berwarna biru jernih. Larutan diencerkan sehingga mengandung selulosa 9–10%, kemudian dihilangkan udaranya dan disaring. Larutan kupro bisa langsung dipintal atau dipintal setelah disimpan lama tanpa terjadi kerusakan rantai polimernya, sehingga tidak perlu pemeraman.

Larutan kuproamonium dipintal dengan pemintalan basah. Larutan kuproamonium disemprotkan melalui spineret kedalam air untuk menghilangkan sebagian besar amonia dan sebagian kupro, sehingga selulosa mengendap tetapi masih dalam bentuk plastik. Filamen kemudian ditarik melewati larutan asam dan akhirnya digulung. Gulungan filamen dicuci dengan air untuk menghilangkan kuproamonium sulfat dan asam, kemudian diberi pelumas dan dikeringkan.

2) Sifat

Rayon kuproamonium mempunyai sifat:

a) Filamen sangat halus rata-rata 1,2 denier/filament.
b) Kekuatan kering 2,3 gram/denier.
c) Kekuatan basah 1,2 gram/denier.
d) Mulur kering 14%.
e) Mulur basah 25%.
f) *Moisture content* 11%.
g) Dapat terbakar pada suhu 180°C dan kekuatannya berkurang oleh sinar matahari
h) Dalam pembakaran akan meninggalkan abu yang mengandung sedikit sekali tembaga.
i) Rusak oleh alkali kuat.
j) Tahan alkali lemah.

k) Tidak tahan zat-zat oksidator.
l) Pemutihan dapat dikerjakan dengan larutan hipoklorit dalam suasana sedikit basa atau dengan hidrogen peroksida.
m) Bentuk morfologi serat dapat dilihat dibawah ini :

Penampang membujur serat rayon kuproamonium



Penampang melintang serat rayon kuproamonium



3) Penggunaan

Rayon kuproamonium terutama digunakan untuk pakaian, kaos kaki wanita, pakaian dalam, dan kain-kain dengan mutu baik. Kehalusan filamennya memberikan sifat lemas dan drape yang baik (sifat mengantung yang baik).

c. Serat Polinosik

1) Sifat
a) Derajat kepolimeran tinggi;
b) Kekuatan serat tinggi;
c) Mulur rendah;
d) Kekuatan basah dengan kering tinggi;
e) Penggelembungan dalam air kecil.

2) Penggunaan

Polinosik dibuat dalam bentuk stapel dan dipergunakan terutama untuk bahan pakaian dan juga untuk kain tirai.

d. Serat Rayon Asetat

1) Pembuatan

Proses pembuatan serat rayon asetat adalah linter kapas dimasak didalam kier dibawah tekanan selama 4–10 jam dengan larutan natrium karbonat dan natrium hidroksida, kemudian dibilas, dicuci, diputihkan dengan natrium hipoklorit, dicuci kembali dan dikeringkan. Pengerjaan selanjutnya dengan menambahkan campuran asam sulfat dan asam asetat glasial. Selulosa telah diasetilkan seluruhnya apabila semua seratnya telah larut. Hasil pengasetilan ini disebut asetat “primer”.

2) Sifat

a) Kekuatan dan Mulur.

Kekuatan rayon asetat kira-kiar 1,4 denier dan mulur kira-kira 25%. Dalam keadaan basah kekuatanya 0,9 gram/denier dengan mulur 35%. Penarikan sampai mulur 5%, masih bersifat elastis tetapi jika ditarik lebih panjang lagi, tidak akan kembali ke panjang semula setelah dilepaskan.

b) Panas

Rayon asetat mempunyai titik lelehnya 230°C. Dalam penyetrikaan yang sangat panas rayon asetat akan lengket. Rayon asetat dapat terbakar tetapi dalam waktu yang bersamaan seratnya meleleh yang menyebabkan nyala api menjalar dengan lambat. Meskipun demikian untuk pakaian kemungkinan terbakar sama seperti rayon viskosa atau kapas.

c) Kilau

Rayon asetat biasanya sangat berkilau. Untuk mengurangi kilau dapat digunakan TiO_2. Kilaunya akan berkurang setelah direndam dalam air mendidih tetapi akan kembali lagi setelah disetrika.

d) *Moisture Regain.*
Moisture regain 6,5%.

e) Berat Jenis
Rayon Asetat mempunyai berat jenis 1,32.

f) Pegangan
Pegangan selulosa asetat lembut dan kainnya mempunyai drape yang baik.

g) Sifat Listrik
Selulosa asetat merupakan isolator listrik yang baik dan dapat menimbulkan muatan listrik statis.

h) Sifat Biologi
Selulosa asetat tahan terhadap serangga dan jamur.

i) Sifat Kimia
Asam lemah dan dingin tidak berpengaruh pada selulosa asetat, tetapi asam yang pekat seperti asam asetat dan formiat dingin akan merusak serat. Alkali akan menyabunkan serat asetat, yaitu menghilangkan gugus-gugus asetat menjadi hidroksil, tetapi alkali encer sampai pH 9,5 tidak berpengaruh. Selulosa asetat larut dalam beberapa pelarut organik seperti aseton, metil, etil keton, metil asetat, etul laktat, dioksan dan menggelembung dalam pelarut-pelarut organik lainnya.

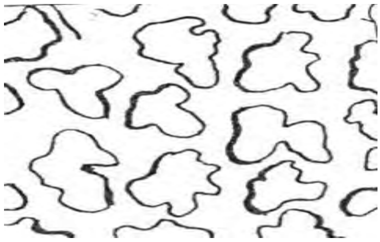
j) Sinar
Penyinaran menyebabkan menurunnya kekuatan meskipun tidak begitu banyak.

k) Morfologi.

Penampang membujur serat rayon asetat



Penampang melintang serat rayon asetat



3) Penggunaan

Karena pegangannya yang lembut dan hangat, rayon asetat banyak dipergunakan untuk pakaian wanita. Rayon asetat juga dipergunakan untk tekstil rumah tangga, lapisan pengeras kain, isolasi listrik dan penyaring pada rokok.

e. Serat Rayon Triasetat

1) Pembuatan

Selulosa triasetat diendapkan dalam air, dicuci dan dikeringkan. Butiran-butiran selulosa triasetat dilarutkan di dalam metilena klorida yang mengandung sedikit alkohol menjadi larutan 25%. Pemintalan dilakukan dengan cara pemintalalan kering dan langsung digulung. Apabila akan dibuat stapel, selulosa triasetat dikeringkan dahulu kemudian dipotong-potong menurut panjang yang diinginkan.

Selulosa triasetat dapat dipintal pula dengan cara pemintalan basah. Selulosa triasetat dilarutkan dalam asam asetat glasial, kemudian disemprotkan kedalam air atau larutan asam asetat encer.

2) Sifat

a) Kekuatan dan Mulur

Kekuatan serat rayon triasetat dalam keadaan kering 1,2 gram/denier dan dalam keadaan basah 0,8 gram/denier. Sementara mulur serat triasetat dalam keadaan basah 35-40% dan dalam keadaan kering 20-28%.

b) Berat Jenis
Rayon triasetat mempunyai berat jenis 1,32.

c) Titik Leleh
Rayon triasetat mempunyai titik leleh 290°C - 300°C.

d) Morfologi

Penampang membujur serat rayon triasetat



Penampang melintang serat rayon triasetat



e) Nyala Api
Apabila dinyalakan, triasetat tidak akan mengkeret dan meleh tetapi akan terbakar dan menyala, terutama kalau kainnya mempunyai struktur yang jarang.

f) *Moisture Regain*
Moiture regain serat rayon triasetat ialah 4,5%. Apabila rayon triasetat dipanaskan pada suhu 195°C atau 130°C dengan uap, akan terjadi penyusunan kembali molekulnya, sehingga kekristalannya lebih baik dan *moisture regain*nya turun menjadi 2,5–3%.

g) Sifat Kimia
Rayon triasetat tahan air mendidih, sedangkan asetat sekunder akan menjadi suram. Triasetat tahan terhadap alkali encer tetapi akan terhidrolisa oleh alkali kuat. Triasetat tahan asam encer tetapi akan rusak oleh asam

kuat pekat. Pada umumnya triasetat lebih tahan terhadap zat-zat kimia dibandingkan dengan asetat sekunder.

h) Sinar
Rayon triasetat tahan terhadap sinar.

i) Sifat Biologi
Rayn triasetat tahan terhadap serangan bakteri jamur, dan serangga.

j) Sifat Listrik
Triasetat mempunyai sifat isolasi listrik lebih besar daripada asetat sekunder

k) Pegangan
Pegangan rayon asetat apabila sudah di*heatsetting* akan lebih kaku dibandingkan asetat sekunder.

3) Penggunaan
Rayon asetat digunakan untuk pakaian wanita dan pakaian yang memerlukan lipatan tetap.

f. Serat Poliamida

Nama lain dari poliamida adalah nilon. Berikut ini akan dibahas macam-macam nilon diantaranya :

1) Nilon 66

a) Pembuatan nilon 66

(1) Garam Nilon
Bahan dasar pembentuk garam nilon ialah asam adipat dan heksametilena diamina. Asam adipat dan heksametilena diamina bereaksi membentuk garam nilon. Bentuk reaksinya sebagai berikut :

$$NH_2(CH_2)_6NH_2 + HOOC(CH_2)_4COOH \longrightarrow$$
$$_2N(CH_2)_6NH_2HOOC(CH_2)4COOH + H_2O$$

(2) Kepolimeran

Garam Nilon dilelehkan dalam atmosfir nitrogen dengan penambahan sedikit asam asetat untuk mengatur berat molekul polimer. Dalam proses pemanasan tidak boleh mengandung udara, untuk itu digunakan atmosfer nitrogen atau dalam keadaan hampa. Jika dikehendaki nilon yang suran ditambahkan zat aditif yang berupa TiO_2 kira –kira 0,3% dari berat polimer.

(3) Pemintalan

Pita nilon dipotong–potong menjadi serpih–serpih nilon yang kemudian dipintal dengan cara pemintalan leleh. Pelelehan dilakukan pada suhu 288°C dalam atmosfer nitrogen dengan kecepatan 1200 m/menit. Setelah melalui ruang pendingin, nilon kemudian dilewatkan ke ruang hampa. Setelah itu filamen ditarik empat kali panjang semula dalam keadaan dingin untuk menaikkan kekuatan dan mengurangi mulur. Pada saat pelelehan selalu terjadi depolimerisasi yang sangat dipengaruhi oleh kadar air yang ada.

b) Sifat Nilon 66

(1) Kekuatan dan Mulur

Nilon mempunyai kekuatan dan mulur berkisar dari 8,5 gram/denier dan 18% sampai 4,3 gram/denier dan 45%. Kekuatan basahnya 80%-90% kekuatan kering.

(2) Tahan Gosok dan Tekukan

Nilon mempunyai daya tahan tekukan dan gosokan yang tinggi. Daya tahan gosokan nilon kira–kira 4–5 kali daya tahan gosok wol.

(3) Keelastisan

Nilon mempunyai mulur tinggi 22% dan keelastisannya 91%.

(4) Berat Jenis
Nilon mempunyai berat jenis 1,14.

(5) Titik Leleh
Nilon 66 meleleh pada suhu 263°C. Oleh karena titik lelehnya tidak tinggi, maka apabila suhu setrika terlalu tinggi, seratnya akan lengket. Serat nilon akan rusak pada suhu di atas 230°C. Nilon dalam pemanasan di udara pada suhu 150°C selama lima jam akan berubah kekuning-kuningan, tetapi masih lebih baik jika dibandingkan dengan wol dan sutra. Apabila dibakar, nilon akan meleleh dan tidak membentuk pembakaran.

(6) Sifat Kimia
Nilon tahan terhadap pelarut-pelarut dalam pencucian kering. Nilon tahan terhadap asam encer, tetapi akan terurai menjadi asam adipat dan heksametilena diamonium hidroksida. Jika dilarutkan dalam asam khlorida pekat mendidih selama beberapa jam.

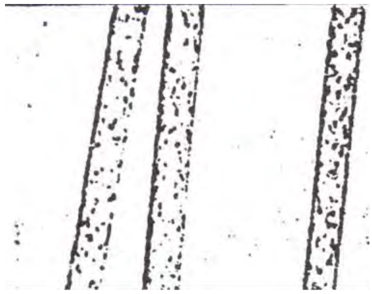
Nilon sangat tahan terhadap basa. Pengerjaan dengan larutan natrium hidroksida 10% pada suhu 85°C selama 10 jam hanya mengurangi kekuatan nilon sebanyak 5%. Pelarut–pelarut yang biasa digunakan untuk melarutkan nilon adalah asam formiat, kresol, dan fenol.

(7) Sifat Biologi
Nilon tahan terhadap serangan jamur, bakteri, dan serangga.

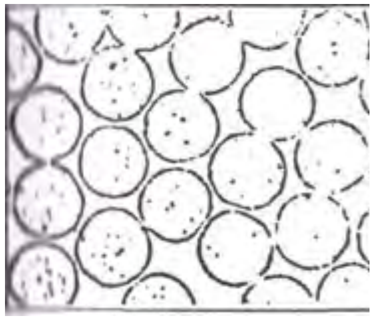
(8) Moisture Regain
Pada kondisi standar (kelembaban relatif 65% dan suhu 21°C) *moisture regain* nilon 4,2%

(9) Morfologi
Bentuk memanjang serat nilon seperti silinder yang rata dan penampang melintangnya hampir bulat .

Penampang membujur serat nilon seperti silinder yang rata



Penampang melintang serat nilon hampir bulat



(10) Kilau

Sebelum penarikan, nilon terlihat suram, tetapi setelah penarikan serat nilon terlihat berkilau dan cerah. Apabila diinginkan serat yang agak suram, tambahkan TiO_2 ke dalam campuran polimernya.

(11) Pengaruh Sinar

Nilon seperti serat tekstil lainnya akan terdegradasi oleh pengaruh sinar, tetapi ketahannya masih jauh lebih baik dibandingkan dengan sutra. Dalam penyinaran selama lebih dari 16 minggu, sutra berkurang kekuatannya 85%, nilon biasa 23%,nilon agak suram 50%, dan kapas hanya 18%.

(12) Sifat Listrik

Nilon merupakan isolator yang baik, sehingga dapat menimbulkan listrik statis.

(13) Penggunaan

Kekuatannya yang tinggi membuat nilon sangat baik untuk kain parasut, tali temali yang memerlukan kekuatan tinggi, benang, ban, terpal, pita penarik (*belt*), jala dan tekstil industri yang lain.

c) Nilon 610

(1) Pembuatan Nilon 610

Bahan baku nilon 610 ialah heksametilena diamina dengan asam sebasat.

$NH_2 (CH_2)_6NH_2 + HOOC (CH_2)_8COOH$

(2) Sifat Nilon 610

(a) Titik Leleh

Titik leleh nilon 610 lebih rendah dari nilon 66 yaitu 214°C.

(b) *Moisture Regain*

Moisture regain nilon 610 lebih rendah dari pada nilon 66, yaitu 1,6%

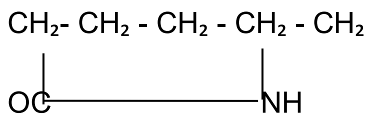
(c) Penggunaan Nilon 610

Karena *moisture regain*nya rendah, nilon 610 terutama digunakan untuk sikat gigi.

d) Nilon 6

(1) Pembuatan Nilon 6

Bahan baku yang digunakan untuk membuat nilon 6 adalah kaprolaktam.

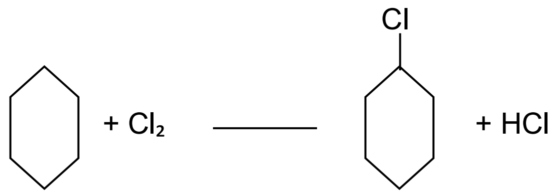


(2) Pembuatan kaprolaktam

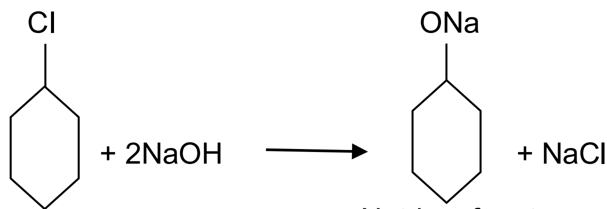
Pembuatan kaprolaktam dapat dilakukian dengan berbagai cara.

(a) Dari benzena

Salah satu bagian dari hasil distilasi batubara adalah benzena. Benzena dikhlorinasi menjadi monokhlorobenzena yang jika ditambahkan dengan natrium hidroksida membentuk natrium fenat.

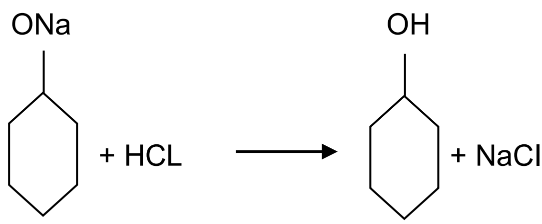


Benzena Khlorobenzena

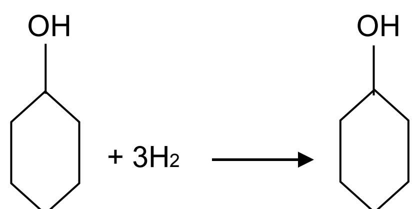


Natrium fenat

Natrium fenat jika bereaksi dengan asam akan menghasilkan fenol

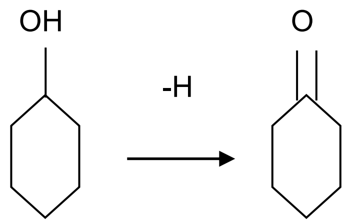


Fenol direduksi oleh hidrogen dengan tekanan dan katalisator nikel menjadi sikloheksanol.

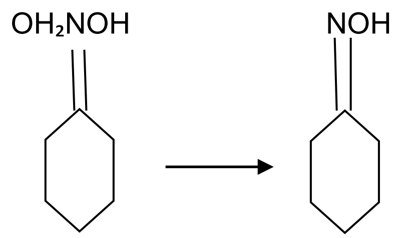


Sikloheksanol

Dehidrogenasi sebagai sikloheksanol dengan katalisator tembaga akan terbentuk sikloheksanon.

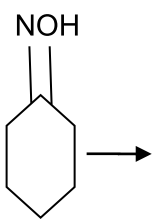


Hidroksilamina kemudian direaksikan dengan sikloheksanon menghasilkan sikloheksanon oksim. Hidroksilamina dipergunakan dalam bentuk sulfat ($NH_2OH.H_2SO_4$).



Sikloheksanon aksim

Sikloheksanon oksim dengan asam sulfat akan menjadi kaprolaktam :



$CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$

Kaprolaktam

Polimerisasi dapat dilakukan dengan dua cara :

- Kaprolaktam dicairkan, disaring dan dipanaskan dengan tekanan tinggi menjadi polimer poliamida dengan derajat polimerisasi rata–rata 200.
- Kaprolaktam yang mengandung air 10% dipolimerisasikan di bawah tekanan tinggi dengan pengendali uap.

Pemintalan dilakukan dengan cara pemintalan leleh dengan kecepatan sampai 1000

m/menit.Filamen yang terjadi dilewatkan mengelilingi dua buah rol. Rol pertama memberikan air dan pembasah,dan rol kedua memberikan emulsi minyak-air untuk mengkondisikan benang. Kemudian benang ditarik sampai lima kali panjang semula, dicuci, dikeringkan dan akhirnya digulung.

(3) Sifat nilon 6

(a) Kekuatan dan mulur

Kekuatan dan mulur nilon 6 dapat divariasikan dari 8 gram/denier dan 16–20% sampai 5 gram/denier dan 30%.

(b) Berat jenis

Berat jenis nilon 6 adalah 1,14.

(c) *Moisture regain*

Moisture regain 4%

(d) Penggelembungan

Apabila nilon 6 direndam dalam air dan kemudian diperas, volumenya hanya bertambah 13%.

(e) Tahan sinar

Nilon 6 mempunyai tahan terhadap sinar seperti serat alam.

(f) Sifat biologi

Niloon 6 mempunyai sifat biologi yang sangat baik. Nilon 6 yang dikubur dalam tanah selama enam bulan masih mempunyai kekuatan 95% kekuatan aslinya.

(g) Tahan panas

Nilon 6 melunak pada suhu 170–180°C dan meleleh pada suhu 215°C. Pada suhu 100°C dalam waktu yang lama nilon 6 tidak berubah warnanya.

(h) Sifat kimia

Nilon 6 tahan terhadap alkali dan kebanyakan pelarut organik seperti benzena, khloroform, aseton, ester–ester dan eter–eter, tetapi larut didalam fenol, kresol dan asam kuat. Nilon 6 juga tahan terhadap asam–asam lemah dingin tetapi tidak tahan terhadap asam dalam keadaan panas. Nilon 6 larut dalam asam formiat.

(4) Penggunaan nilon 6

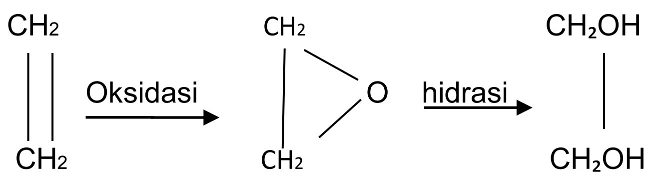
Nilon 6 yang sekarang lebih dikenal dengan nama perlon digunakan untuk benang ban, tali pancing, tali temali, kaos kaki, permadani, kain kursi, kain penyaring dan kain pakaian wanita.

g. Serat Poliester

Poliester dibuat dari asam tereftalat dan etilena glikol.

1) Pembuatan Poliester

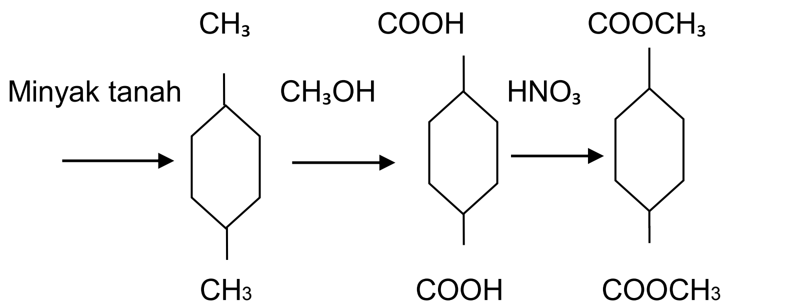
Etilena yang berasal dari penguraian minyak tanah dioksidasi dengan udara menjadi etilena oksida yang kemudian dihidrasi menjadi etilena glikol.



Etilena Oksida Etilena Glikol

Asam tereftalat dibuat dari para-xilena yang harus bebas dari isomer meta dan orto. P-xilena merupakan bagian dari destilasi minyak tanah dan tidak dapat dipisahkan dari isomer meta dan orto dengan cara destilasi. Pemisahan dilakukan dengan cara kristalisasi. P-xilena membeku pada suhu 13°C, m-xilena pada suhu 48°C dan o-xilena pada suhu 24°C. Oksidasi dengan asam nitrat pada suhu 220°C dan tekanan 30 atmosfir merubah p-xilena menjadi asam tereftalat. Cara lain ialah dengan oksidasi p-xilena dengan udara dan katalisator kobalt toluat pada suhu 200°C,

menjadi asam toluat yang diesterkan menjadi metil toluat dan oksidasi selanjutnya terjadi monometil tereftalat. Mono metil tereftalat atau asam tereftalat diubah menjadi dimetil tereftalat.



p-xilena asam tereftalat dimetil tereftalat

Asam tereftalat atau esternya dan etilena glikol dipolimerisasikan dalam tempat hampa udara dan suhu tinggi. Polimer disemprotkan dalam bentuk pita dan kemudian dipotong–potong menjadi serpih–serpih dan dikeringkan. Pemintalan dilakukan dengan cara pemintalan leleh. Filament yang terjadi ditarik dalam keadaan panas sampai lima kali panjang semula, kecuali filamen yang kasar ditarik dalam keadaan dingin. Jika hendak dibuat stapel, filamennya dibuat keriting kemudian dipotong–potong dengan panjang tertentu.

2) Sifat–sifat poliester

a) Kekuatan dan mulur
Teteron, trivera dan terylene mempunyai kekuatan dan mulur dari 4,5 gram/denier dan 25% sampai 7,5 gram/denier tergantung pada jenisnya. Sedangkan dacron mempunyai kekuatan dan mulur dari 4,0 gram/denier dan 40% sampai 6,9 gram/denier dan 11%. Kekuatan dan mulur dalam keadaan basah sama dengan dalam keadaan kering.

b) Elastisitas
Poliester mempunyai keelastisan yang baik,sehingga kain–kain poliester tahan kusut. Jika benang poliester ditarik dan kemudian dilepaskan, pemulihan yang terjadi dalam 1 menit adalah sebagai berikut :

- Dengan penarikan 2% benang polyester kembali 97%
- Dengan penarikan 4% benang polyester kembali 90%
- Dengan penarikan 8% benang polyester kembali 80%

c) *Moisture regain*
Dalam kondisi standar moisture regain poliester hanya 0,4%.
Dalam kondisi relatif 100% moisture regain polyester hanya 0,6–0,8%.

d) Modulus
Poliester mempunyai modulus awal yang tinggi. Pada pembebanan 0,9 gram/denier poliester hanya mulur 1% dan pada pembebanan 1,75 gram/denier polyester hanya mulur 2% sedangkan rayon asetat dalam keadaan tersebut sudah putus. Karena mempunyai modulus yang tinggi, polieter tidak akan mulur pada tegangan kecil di dalam penggulungan.

e) Berat jenis
Berat jenis poliester 1,38.

f) Sifat kimia
Poliester tahan terhadap asam lemah meskipun pada suhu mendidih dan tahan terhadap asam kuat dan dingin. Poliester tahan terhadap basa lemah, tetapi kurang tahan terhadap basa kuat. Poliester tahan terhadap zat oksidator, alkohol, keton, sabun dan zat–zat untuk pencucian kering. Poliester larut dalam meta kresol panas asam triflorofeno.

Tabel 10.
Sifat kimia poliester

Pereaksi	Suhu	Konsentrasi (%)	Waktu	Pengaruh pada kekuatan
Asam Khlorida	Kamar	18	3 Minggu	Tidak ada
Asam Khlorida	75°C	18	4½ Hari	Nyata
Asam Khlorida	Didih	10	3 Hari	Rusak
Asam Nitrat	Kamar	40	3 Minggu	Sedang
Asam Sulfat	Kamar	37	6 Minggu	Tidak ada
Asam Sulfat	Kamar	50	3 Minggu	Sedang
Asam Sulfat	75°C	37	2 Minggu	Nyata
Natrium Hidroksida	Kamar	10	3 Hari	Sedang
Natrium Hidroksida	70°C	2½	4 Jam	Tidak ada

Keterangan :

Tidak ada : berkurangnya kekuatan tidak lebih dari 5%

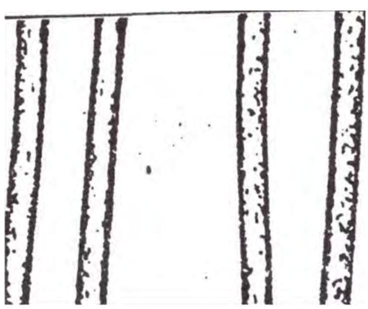
Sedang : berkurang 6-30%

Nyata : berkurang 31-70%

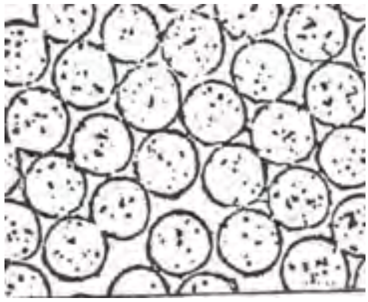
Rusak : kekuatan berkurang lebih dari 70%

g) Morfologi

Penampang membujur serat poliester



Penampang melintang serat poliester



h) Zat penggelembung

i) Titik leleh
Poliester meleleh di udara pada suhu 250°C dan tidak menguning pada suhu tinggi.

j) Tahan sinar
Poliester berkurang kekuatannya dalam penyinaran yang lama tetapi kekuatannya terhadap sinar masih cukup baik dibandingkan dengan serat lain.Di balik kaca tahan sinar poliester juga lebih baik daripada kebanyakan serat.

k) Mengkeret
Benang terylena apabila direndam dalam air mendidih akan mengkeret sampai 7% atau lebih. Dakron dalam perendaman selama 70 menit akan mengkeret 10–14%.Teteron dan trivera dalam air mendidih mengkeret 7 – 10%.

l) Meskipun poliester dapat dibakar, nyala apinya tidak akan menjalar karena pada saat proses pembekaran diikuti oleh pelelehan yang kemudia akan terlepas jatuh. Namun demikian, jika poliester dicampur dengan serat lain yang membantu pembakaran.

3) Penggunaan Poliester

Karena sifatnya yang sangat baik, terutama karena sifat tahan kusut dan dimensinya yang stabil, poliester banyak digunakan untuk bahan pakaian dan dasi. Pada

penggunaan sebagai bahan pakaian tipis poliester sangat baik dicampur dengan kapas dengan perbandingan 2.

Karena ketahanan terhadap sinar di balik kaca baik poliester digunakan untuk kain tirai. Poliester juga digunakan untuk pakaian pelindung dalam pabrik yang banyak menggunakan asam dan sebagai benang ban, karena sifat polyester yang tahan terhadap asam.

Kegunan lain dari polyester adalah untuk kaos kaki wanita, pipa pemadam kebakaran, tali temali, jala, dan kain layar terpal.

h. Serat Polihedrokarbon Distribusi dengan Halogen

1) Vinyon

a) Pembuatan

Kekopolimeran vinil khlorida dan vinil asetat dilakukan dengan pemanasan dan katalisator alumunium khlorida atau borontrifluorida. Polimer dilarutkan dalam asetat atu metil etil keton menjadi larutan 23% berat. Setelah disaring dan dihilangkan udaranya kemudian dipintal dengan cara pemintalan kering dan akhirnya ditarik sampai sembilan kali panjang semula. Sebelum ditarik kekuatannya kira–kira 0,8 gram/denier dan setelah penarikan menjadi 4,4 gram/denier.

b) Sifat

(1) Kekuatan

Vinyon mempunyai kekuatannya kira–kira 3,4 gram/denier dengan mulur 18%. Kekuatan basahnya sama dengan kekuatan kering. Vinyon HH mempunyai kekuatannya 0,6–0,8 gram/denier dengan mulur yang besar.

(2) *Moisture regain*

Vinyon mempunyai *moisture regain* 0,5%.

(3) Berat jenis

Berat jenis vinyon 1,37 dan vinyon HH 1,35.

(4) Panas
Vinyon mempunyai titik leleh antara 135°C-150°C. Sifat penting dari vinyon HH adalah kemampuan untuk melunak, mengkeret dan bergabung dengan serat lain apabila dipanaskan di bawah tekanan atau dengan adanya pelarut.

Di bawah ini tabel mengkeret vinyon HH pada suhu berbeda:

Tabel 11.
Persentase mengkeret vinyon HH pada suhu berbeda

Suhu °C	Mengkeret (%)
60	0
71	18
74	27
79	45
85	50
91	55
100	60
110	65
121	70
132	Daerah leleh

(5) Biologi
Vinyon tahan terhadap bakteri, jamur dan serangga.

(6) Kimia
Vinyon tahan terhadap zat–zat kimia pada suhu kamar, baik terhadap asam mineral maupun basa pada konsentrasi tinggi seperti asam sulfat, asam nitrat, asam khlorida, asam flourida, natrium, dan kalium hidroksida 30%. Vinyon tahan terhadap larutan kuproamonium, alkohol, glikol, parafin, dan minyak mineral.

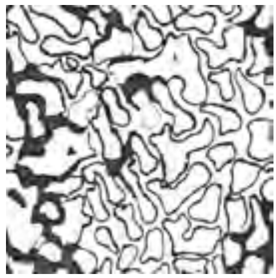
(7) Morfologi
Vinyon mempunyai bentuk penampang melintang seperti dumbel, sehingga apabila diamati menggunakan mikroskop penampang memanjangnya seolah–olah mempunyai lumen,

meskipun sebenarnya vinyon mempunyai serat yang padat.

Penampang membujur serat vinyon seolah–olah mempunyai lumen, meskipun sebenarnya seratnya padat



Penampang melintang serat vinyon seperti dumbel



(8) Sinar
Vinyon tahan terhadap sinar matahari

c) Penggunaan
Vinyon tahan terhadap zat kimia maka vinyon digunakan untuk kain saring, pakaian pelindung dan dalam industri kimia. Karena sifatnya yang tahan air, vinyon baik untuk jala dan tali pancing. Vinyon baik digunakan untuk felt, benang jahit, karpet dan sarung tangan wanita.

2) Saran
a) Pembuatan
Bahan dasar pembuatan saran adalah etilena yang merupakan hasil penguraian minyak tanah dan khlor yang dibuat dengan cara elektrolisa air laut. Etilena dengan khlor akan membentuk trikhlor etana.

$$CH_2 = CH_2 + 2\ Cl_2 \longrightarrow CH_2ClCHCl_2 + HCl$$

Trikhlor etana direaksikan dengan kalsium hidroksida menjadi viniliden khlorida.

$$2CH_2ClCHCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CH_2{=}CCl_2 + CaCl_2 + 2\ H_2O$$

Kepolimeran viniliden khlorida dan vinil khlorida dilakukan pada suhu tinggi dengan katalis. Pembuatan serat dilakukan dengan cara pemintalan leleh pada suhu 180°C dan penarikannya dilakukan dalam keadaan dingin.

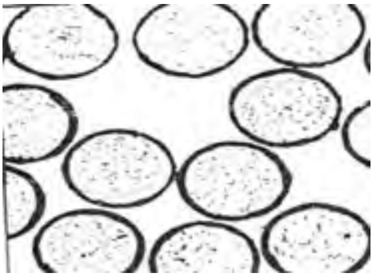
b) Sifat
Secara umum sifat–sifat dari saran hampir bersamaan dengan sifat–sifar vinyon.

c) Morfologi serat vinyon

Penampang membujur serat vinyon



Penampang melintang serat vinyon



d) Penggunaan
Karena mempunyai sifat tahan terhadap bakteri dan serangga, saran digunakan untuk kasa penahan serangga. Saran juga digunakan untuk kain saring karena sifatnya yang tahan zat kimia dan untuk jala karena sifatnya yang tahan air. Selain itu saran juga digunakan untuk pelapis dinding studio karena mudah bersihkan dari kotoran.

3) Polivinil Khlorida

a) PeCe

(1) Pembuatan

Proses pembuatan polivinil khlorida adalah sebagai berikut: vinil khlorida dipolimerkan dalam bentuk emulsi pada tekanan 50 atmosfir dan suhu 65°C, kemudian polimernya dikeringkan pada suhu 130°C. Polivinil khlorida dilarutkan didalam tetrakhloretana menjadi larutan 25% dan kemudian pengkhlorannya selama 30 jam pada suhu 80°C didalam suatu tempat yang didinginkan dengan air. Setelah pengkhloran, polimernya dikeringkan dan pelarutnya diambil dengan cara dihisap. Polimer PeCe dilarutkan didalam aseton dan kemudian disemprotkan melalui spineret kedalam air dingin, kemudian filamenya ditarik sampai tiga kali panjang semula.

(2) Sifat

PeCe mempunyai kekuatan 1,8 – 2,2 gram/denier dengan mulur 40%. Titik lunaknya 100°C. PeCe tidak menyala dalam pembakaran dan tahan terhadap zat–zat kimia.

(3) Penggunaan

PeCe digunakan untuk pakaian tahan api angkatan udara. Selain itu peCe juga untuk saringan jala dan kasa nyamuk.

b) PCU

(1) Pembuatan

Vinil khlorida dibuat dari asetilena dan asam khlorida:

$$CH = CH + HCl \longrightarrow CH_2 = CHCl$$

Kemudian dipolimerkan menjadi polivinil khlorida yang dilarutkan di dalam pelarut dan kemudian dipintal. Pelarutnya kemungkinan berupa campuran aseton.

(2) Sifat

Serat PCU mempunyai kekuatan 3,5–3,8 gram/denier dan mulur 25 – 28%. Kekuatan basah dan kekuatan keringnya sama. Berat jenis PCU 1,39. PCU tidak menyala dalam pembakaran, akan menjadi termoplastik, dan mengkeret pada suhu 75°C-80°C. PCU tahan terhadap air, jamur, bakteri, asam, basa, dan garam organik.

(3) Penggunaan

PCU digunakan untuk kain sarung dan pembungkus dalam industri. Selain itu PCU juga digunakan untuk tali pancing, tali temali, kain layar, dan pakaian renang.

4) Teflon

a) Pembuatan

Bahan dasar pembuatan Teflon ialah kalsium flouria untuk dibuat menjadi asam hidroflourida nonhidrat dan kloroform. Keduanya direaksikan menjadi diflouromonoklormetana yang berupa gas.

$$CHCl_3 + 2HF \longrightarrow CHClF_2 + 2\ HCl$$

Gas tersebut dipirolisa pada suhu 600°C-800°C menjadi tetraflouroetilena.

$$2CHClF_2 \longrightarrow C_2F_4 + 2\ HCl$$

Tetraflouroetilena dipisahkan dari asam klorida dan senyawa–senyawa fluorokarbon lain yang terbentuk. Tetraflouroetilena murni dipolimerkan dalam otoklaf dengan adanya larutan amonium persulfat. Reaksinya eksoterm dan berjalan sangat cepat. Hasil kepolimerannya berupa butiran–butiran putih yang kemudian dicuci dan dikeringkan.

b) Sifat

Teflon mempunyai kekuatan kira–kira 1,5 gram/denier dan mulur kira – kira 13%. Teflon sama sekali tidak menyerap air, dapat ditekuk dengan baik, dan penampang lintangnya bulat. Tahan panans Teflon

adalah yang paling baik diantara semua serat. Pada suhu 310°C teflon masih mempunyai kekuatan 0,1 gram/denier, menjadi gel pada suhu 327°C dan rusak pada suhu 405°C. Teflon merupakan penghantar panas yang tidak baik, tetapi mempunyai sifat listrik yang baik. Teflon sangat tahan terhadap asam mineral maupun alkali kuat pekat mendidih, dan tahan zat–zat oksidator kuat. Teflon tidak larut dalam pelarut, kecuali beberapa senyawa yang mengandung perflour pada suhu lebih dari 300°C. Karena sifatnya yang tidak menyerap air serta tahan zat–zat kimia, teflon hampir tidak mungkin untuk dicelup dan hanya terwarnai sangat muda dengan zat dispersi.

c) Penggunaan

Karena sifatnya yang sangat tahan terhadap panas, zat kimia, pelarut dan sifat mekanika serta listrik yang baik, politetrafluoroetilena sangat baik untuk keperluan industri, misalnya kain saring zat–zat yang bersifat korosi, pompa zat kimia, lapisan wol, dan pita listrik.

i. Serat Polihidrokarbon Disubsitusi dengan *Nitril*

1) Orlon

a) Sifat–sifat

(1) Mekanik

(a) Filamen jenis 81

Kekuatan kering serat orlon 5 gram/denier dan kekuatan basahnya 4,8 gram/denier. Dari perbandingan yang tinggi antara kekuatan basah dan kering terlihat bahwa serat bersifat tahan air, dan tahan tarik sangat baik.

(b) Stapel jenis 81

Benang ini orientasinya lebih kecil dan kekuatan tariknya juga lebih rendah, hanya 2,3 gram/denier dengan mulur saat putus 28%, juga lebih rendah dari orlon 81, hanya 0,5 gram/denier untuk 1%.

(2) Ketahanan kimia
Orlon memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap asam mineral dan pelarut, minyak, lemak dan garam netral. Ketahanannya terhadap alkali lemah cukup baik. Ketahanannya terhadap alkali kuat, terutama dalam keadaan panas kurang baik. Orlon akan serat dengan cepat pada kondisi tersebut.

(3) Pengaruh panas
Orlon tahan terhadap perusakan panas meskipun dalam waktu yang lama sampai suhu 150°C. Pemanasan pada suhu tersebut selama dua hari tidak menunjukkan kemunduran kekuatan. Suhu penyetrikaan yang baik adalah 160°C karena suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan warna kekuning–kuningan, tetapi kain tidak lengket sampai suhu 230°C. Dengan suhu tidak terlalu panas, kain dari orlon dapat disetrika berulang-ulang tanpa menjadi kekuning-kuningan.

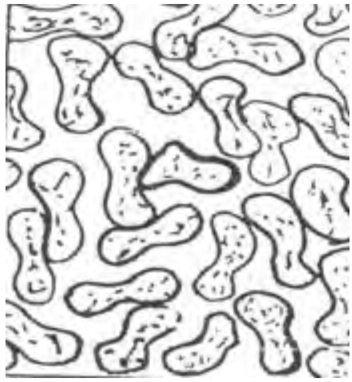
(4) Sifat fisika
Orlon sangat tahan terhadap cahaya matahari

(5) Morfologi

Penampang membujur serat orlon



Penampang melintang serat orlon



b) Penggunaan

Orlon digunakan sebagai tekstil untuk keperluan rumah tangga dan industri, misalnya tenda, kap mobil, tirai jendela, permadani, kain penyaring zat–zat kimia, pakaian pelindung kimia, kain rajut, dan pakaian dalam dan luar.

2) Acrilan

a) Pembuatan

Proses pembuatan acrilan adalah sebagai asetilena yang merupakan hasil penyulingan minyak bumi direaksikan dengan asam hidrosianat membentuk akrilonitril yang berupa cairan.

$CH{=}CH + HCN \longrightarrow CH_2 = CHCN$

Akrilonitril dikopolimerisasikan dengan monomer lain kira–kira 12% termasuk zat yang bersifat basa. Polimer yang berbentuk bubuk putih dilarutkan didalam dimetilasetamida menjadi larutan 20% dan kemudian dipintal kedalam campuran dimetil asetamida dan air dan ditarik 350%. Acrilan dibuat dengan menggunakan pemintalan basah.

b) Sifat

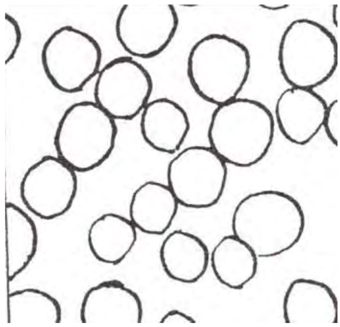
(1) Morfologi

Bentuk serat acrilan seperti silinder dengan penampang melintang hampir bulat dengan tepi agak berlekuk-lekuk karena dipintal dengan cara pemintalan basah.

Penampang membunjur serat acrilan seperti silinder



Penampang lintang hampir bulat dengan tepi berlekuk–lekuk.



(2) Berat jenis
Berat jenis acrilan 1,17

(3) Kekuatan dan mulur
Acrilan mempunyai kekuatan kering 2,5 gram/denier dengan mulur 35% dan kekuatan basah 2 gram/denier.

(4) Panas
Serat akan terurai sebelum meleleh dan di bawah tekanan akan lengket pada permukaan pada suhu kira–kira 245°C. Pemanasan pada suhu 250°C diudara selama 24 jam menyebabkan berkurangnya kekuatan 5%. Pemanasan di udara pada waktu yang lama akan menyebabkan timbulnya warna kuning, tetapi pada waktu yang pendek seperti pada pengeringan kain, tidak menimbulkan pewarnaan. Kain dari acrilan tidak mudah dibakar dan tidak terbakar dengan cepat.

(5) *Moisture Regain*
Acrilan mempunyai *moisture regain* 1,2%

(6) Tahan Gosok
Serat acrilan mempunyai ketahanan terhadap gosokan dan keawetan yang jauh lebih rendah dari pada nilon dan poliester, tetapi masih lebih baik dari pada wol.

(7) Ketahanan Kimia
Acrilan tidak larut dan tidak terpengaruh oleh pelarut biasa. Ketahanan terhadap asam–asam mineral sangat baik dan ketahanan terhadap basa lemah cukup baik. Sifat acrilan yang dapat mengikat zat warna menyebabkannya dapat berikatan dengan zat–zat kimia lain.

j. Serat Polihidrokarbon Disubstitusi dengan Hidroksil

1) Vinilon

a) Pembuatan

Proses pembuatan vinilon ialah sebagai berikut: Membuat kalsium karbida dengan bahan dasar batu kapur dan karbon.

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$
$$3C + CaO \longrightarrow CaC_2 + CO$$

Asetilena dihasilkan dari reaksi antara kalsium karbida dan air.

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Sebagian dari asetilena diubah menjadi asam asetat dengan dihidrasi dan oksidasi.

$$C_2H_2 + H_2O + O \longrightarrow CH_3COOH$$

Asam asetat direaksikan dengan sisa asetilena menggunakan seng asetat sebagai katalisator membentuk vinil asetat.

$CH_3COOH + C_2H_2 \longrightarrow CH_3COOH = CH_2.$

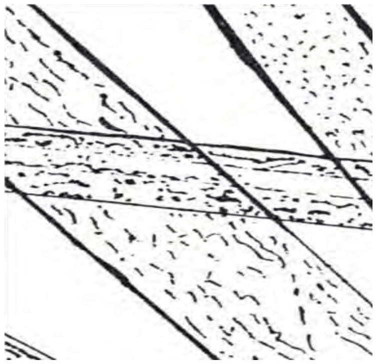
Vinil asetat dilarutkan dalam metanol dan menggunakan peroksida sebagai katalisator dipolimerisasikan menjadi vinil asetat.

Natrium hidroksida ditambahkan ke dalam larutan metanol untuk menyabunkan polivinil asetat menjadi polivinil alkohol yang mengendap.

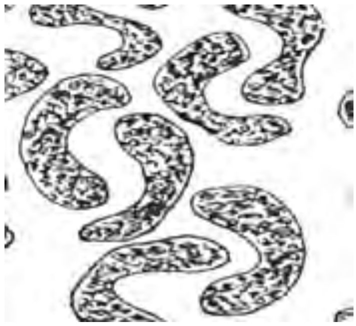
Polivinil alkohol tersebut dilarutkan dalam air panas untuk membuat larutan 15%. Larutan ini kemudian dipintal ke dalam larutan pengendap yang terdiri dari larutan natrium sulfat dalam air. Serat dibuat tahan air dengan pengerjaan pemanasan dan formalin. Akhirnya serat dicuci, diberi sedikit minyak dan dikeringkan.

b) Sifat
Vinilon mempunyai berat jenis 1,26, kekuatan tarik 3,5 – 6,5 gram/denier dan mulur 15 – 30%. Sifat–sifat vinilon sangat bergantung pada derajat orientasinya. Vinilon mempunyai kekuatan basah 75% dari kekuatan keringnya. Moisture regainnya 5% jauh lebih tinggi dari serat–serat vinil yang lain. Vinilon melunak pada suhu 200°C dan meleleh pada suhu 220°C. Pemulihan panjang setelah ditarik sampai mulur 5% hanya 50–60%. Vinilon mempunyai ketahan yang baik terhadap asam dan alkali. Vinilon larut dalam asam formiat pada suhu 55°C, hidrogen peroksida, fenol dan kresol. Ketahanannya terhadap jamur, bakteri dan serangga juga baik.

Bentuk morfologi serat:
Penampang membujur



Penampang melintang



c) Penggunaan
Karena ketahanan kimianya tinggi dan afinitas terhadap air relatif kecil, vinilon banyak digunakan sebagai pakaian seragam, jas hujan, payung, benang bedah, kain penyaring, dan jala ikan.

k. Serat Karbon

1) Pembuatan
Dasar pembuatan serat karbon ialah serat poliakrilonitril. Serat poliakrilonitril dioksidasi di udara pada suhu 200°C 300°C, kemudian dikarbonkan pada suhu 1000°C dan kemudian diubah menjadi grafit dengan pemanasan pada suhu 1500°C-3000°C. Apabila pemanasan akhir dilakukan pada suhu 2500°C-3000°C, seratnya mempunyai kekuatan kira–kira 17.000 kg/cm² dan mulur 0,5%, jika kalau pemanasan akhir pada suhu 1600°C seratnya mempunyai kekuatan 30.000 kg/cm² dan mulur 1,3%. Dengan mengatur suhu pemanasan akhir akan didapat serat dengan kekuatan mulur dan juga berat jenis yang berbeda Antara 1,74 – 2,0.

2) Sifat

Table 12.
Sifat fisika serat karbon

Serat	Kekuatan (grm/ denier)	BD	Kekuatan 10^3kg/cm²	Mulur %	Modulus Young 10^6kg/cm²	Modulus Spesifik 10^6kg/cm²
Rayon Viskosa	2,6	1,52	3,47	15	0,023	0,015
Nilon (industri)	8,8	1,14	8,7	14	0,063	0,054
Gelas jenis E	7,8	2,54	17	2,5	0,68	0,265
Gelas, HTS	11,7	2,54	25,8	3,2	0,82	0,32
Thornel	9,8	1,43	12,2	0,7	1,7	1,16
Karbon Roll Royce (3000°C)	9,8	2,0	17	0,4	4,08	2,04
Karbon,RAE.Modulus tinggi (2500°C)	11,7	2,0	20,4	0,5	4,08	2,04
Karbon,RAE,Modulus tinggi (1500°C)	19,1	1,74	29,2	1,3	2,24	1,29
Karbon serat pendek	111	2,0	193,1	2	9,7	4,83
Baja	1,9	7,87	12,9	0,6	2,04	0,258

3) Penggunaan

Karena mempunyai kekuatan yang tinggi serta ringan, serat karbon baik untuk keperluan kapal terbang serta kendaraan angkasa. Selain itu, serat karbon juga baik untuk kapal yang memerlukan tahan air, serta untuk keperluan kimia yang memerlukan tahan korosi.

I. Serat Buatan Organik

1) Serat Gelas

a) Pembuatan serat gelas

(1) Filamen gelas

Pembuatan filamen terdiri dari pencampuran secara teliti bahan–bahan pasir silikat, batu kapur dan paduan mineral untuk pembuatan gelasnya. Kemudian gelas tersebut dibentuk menjadi kelereng–kelereng dengan diameter kurang lebih ¾ inchi. Kelereng ini dilelehkan dalam tungku listrik pada suhu tinggi, yang dilengkapi dengan suatu logam berlubang–lubang kecil di bagian bawah. Jumlah lubang kurang lebih 100 buah. Gelas mengalir melalui lubang–lubang menjadi serat. Dengan kecepatan tinggi, filamen tersebut ditarik oleh alat penggulung dan dilumasi. Alat penggulung ini menarik serat–serat searah dengan panjang filamen pada kecepatan kira–kira 2.000/menit.

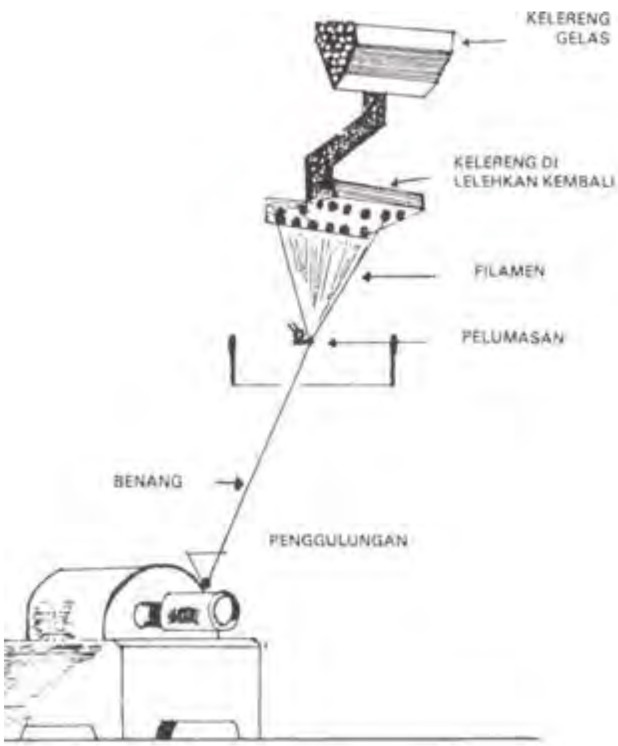


Diagram pembuatan filament gelas

(2) Stapel gelas

Benang stapel gelas terutama digunakan untuk saringan zat kimia. Oleh karena itu serat tersebut dibuat dari gelas yang tahan zat kimia. Cara pembuatannya sama dengan pembuatan filamen gelas, tetapi segera setelah keluar, filamen–filamen tersebut ditiup dengan semprotan uap yang keras, sehingga terputus–putus menjadi stapel dengan panjang 15–37,5 cm dan kemudian ditarik ke suatu silinder. Serat–serat tersebut dilewatkan mengelilingi silinder dan disimpan ke dalam tabung karbon sebagai sliver. Kemudian sliver tersebut dapat dibuat menjadi benang.

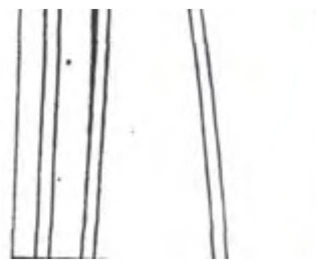


Diagram pembuatan stapel gelas

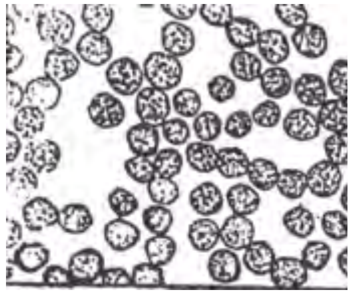
b) Sifat – sifat serat gelas

(1) Morfologi

Penampang membujur serat gelas

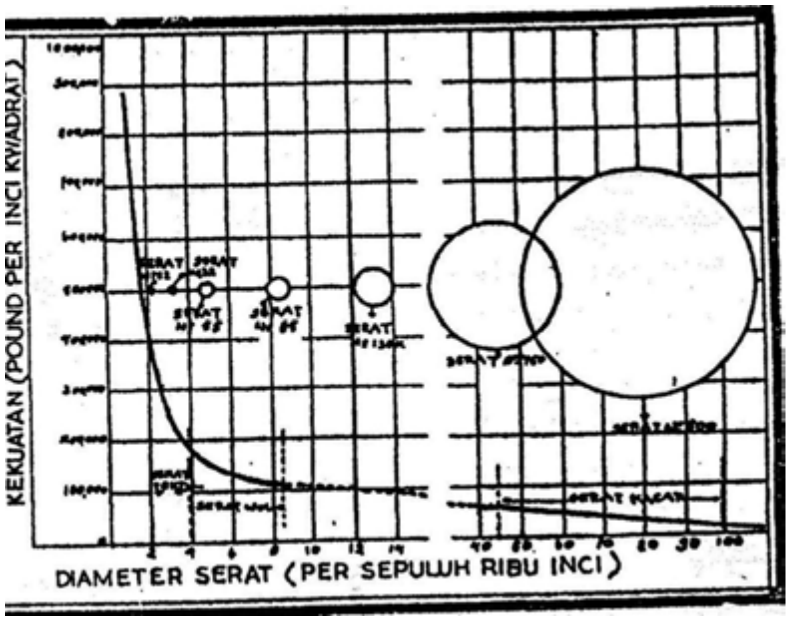


Penampang melintang serat gelas



(2) Kekuatan

Kekuatan serat gelas halus yang berdiameter rata–rata 0,00023 inchi dapat mencapai 6,9 gram/denier. Semakin kecil diameter serat gelas semakin besar kekuatannya. Sebaliknya, semakin besar diameter semakin kecil kekuatannya.



Hubungan kekuatan dengan diameter serat

(3) Daya serap

Daya serap serat gelas terhadap air sangat rendah. *Regain* serat gelas pada kelembaban relatif 90–95% kurang dari 0,4%. Absorpsi air yang rendah ini menguntungkan untuk pemakaian pada teknik listrik.

(4) Keelastisan dan mulur

Serat gelas bersifat elastis sempurna yaitu batas elastisitas dan kekuatan putusnya terjadi dalam waktu yang sama. Serat gelas dapat dilengkungkan mendekati titik putus dan akan kembali kebentuk semula jika kekuatan yang melengkungkan dihilangkan. Serat gelas mempunyai mulur maksimun berkisar 3%. Benang dengan puntiran rendah mempunyai mulur 1–2,7%, sedangkan benang dengan puntiran tinggi mempunyai mulur 2,2–3,3%. Sifat ini berguna untuk kain–kain yang harus memiliki drape yang baik pada kain dari benang gelas 100% maupun campuran karena mulur kain sesudah digantung dapat dihindari. Selain itu, sifat bermanfaat pula pada pemakaian lain di mana sifat lenting kain diperlukan.

(5) Sifat listrik

Tekstil gelas digunakan sebagai isolasi listrik karena ketahanan listriknya sangat tinggi. Ketahananya terhadap listrik bergantung pada sifat–sifat listrik dari bahan–bahan yang digunakan sebagai pelapis atau penutup celah–celah udara dari tekstil gelas.

(6) Berat jenis dan indeks bias

Berat jenis dan indeks bias serat gelas dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 13.
Indeks bias serat gelas

Jenis gelas	Berat Jenis (gr/cm^3,28°C)	Indeks bias
E	2,55	1,548
C	2,57	1,541

(7) Daya Lipat

Daya lipat serat gelas bergantung pada perbandingan antara diameter serat dengan panjang serat. Serat gelas mempunyai sifat rapuh sama seperti batang gelas. Namun benang yang dibuat dari serat gelas dapat bersifat fleksibel karena

masing–masing serat gelas atau filamen gelas jauh lebih halus dibanding dengan benang gelas. Untuk menyusun benang gelas yang halus diperlukan 100–400 serat atau filamen. Benang–benang tersebut dilengkungkan supaya benang tidak putus. Lengkungan tersebut tidak boleh terlalu tajam yang memungkinkan serat gelasnya putus.

(8) Sifat kimia

Bahan baku serat gelas adalah pasir silikat, batu kapur dan ditambah bahan aditif yang lain seperti alumunium hidroksida, natrium karbonat, dan borax. Banyaknya bahan yang digunakan disesuaikan dengan sifat–sifat serat gelas yang diinginkan. Serat gelas tahan terhadap semua asam kecuali asam fluorida dan cukup tahan terhadap alkali. Namun serat gelas yang ditujukan untuk pemakaian teknik listrik susunannya berbeda dengan serat gelas yang harus tahan asam atau alkali.

(9) Tata nama serat gelas

Tata nama yang digunakan untuk benang gelas adalah sebagai berikut:
Di depan angka yang menunjukkan nomor benang, terdapat tiga huruf yaitu:

1. Huruf pertama menunjukkan identifikasi gelas. Misalnya:
   E : electrical
   C : chemical
2. Huruf kedua menunjukkan bentuk serat. Misalnya:
   C : Continuous Filamen
   S : Stapel fiber
3. Huruf ketiga menunjukkan diameter serat.

Untuk lebih jelasnya diberikan contoh sebagai berikut :
E C D 450 – 4/3 artinya:
Serat gelas listrik berbentuk filamen dengan diameter 0,00023 inchi (rata–rata 0,00021–0,00025 inchi). Angka dibelakangnya menunjukkan panjang

filamen dalam ratusan yard/pound (450 = 45.000yard/pound). Angka terakhir menunjukkan jumlah filamen dan rangkapnya dalam benang gintir 4/3 = benang gintir 3 yang masing–masing terdiri dari 4 filamen

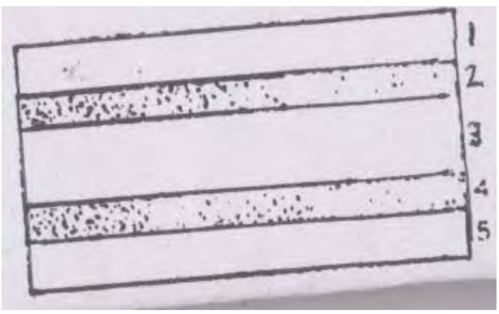
c) Penggunaan serat gelas

Serat gelas dalam tekstil terutama digunakan untuk tirai jendela dan isolasi listrik. Jika sebagai bahan campuran serat–serat alam, serat gelas dapat digunakan untuk kap lampu tenda, saringan, kain kursi, taplak meja, atau kain gorden. Serat stapel gelas yang ditenun menjadi umumnya secara luas digunakan untuk saringan karena tahan terhadap zat kimia. Serat gelas juga banyak digunakan untuk kaos lampu. Benang gelas dapat digunakan sebagai pembungkus kawat tembaga, sedangkan pita kainnya digunakan untuk pembungkus kabel listrik tegangan tinggi.

2) Serat Logam

a) Pembuatan

Serat logam yang dibuat dari bukan logam mulia, dibuat dengan merekatkan film alumunium yang berada diantara dua helai film plastik yang transparan dengan suatu perekat, seperti ditunjukan diagram susunan benang logam dibawah ini



Keterangan :

1. Film plastik transparan.
2. Bahan perekat.

3. Film alumunium.
4. Bahan perekat.
5. Film plastik transparan

Untuk menghasilkan warna putih perak, digunakan film plastik yang tidak berwarna dan alumunium. Untuk menghasilkan warna emas atau warna lain digunakan pigmen pada bahan perekatnya atau pada film plastik transparannya. Inti logam yang digunakan ada dua macam:

(1) Inti logam yang terdiri dari pita logam alumunium murni yang sangat tipis atau pipih, dengan tebal hanya 0,00045 inchi dan dipolis hingga mengkilap pada kedua sisinya.
(2) Inti logam yang terdiri dari film poliester yang dilogamkan. Pelogaman film poliester dilakukan dengan cara menguapkan dan menghamburkan logam alumunium dalam ruangan sangat hampa ke atas film poliester yang transparan.

b) Klasifikasi serat logam

Penggolongan serat logam:
(1) Serat logam yang terdiri dari logam pipih yang dipotong–potong menjadi pita tipis dilapisi dengan film turunan selulosa hidrat seperti selofan pada satu atau dua sisinya. Untuk membuat benang perak digunakan film tanpa warna, sedangkan untuk membuat benang emas digunakan film warna emas. Logam tersebut biasanya alumunium.

(2) Benang logam yang terdiri dari pita logam yang dilapisi dengan film selulosa asetat pada kedua sisinya. Untuk membuat benang perak digunakan film tanpa warna, sedangkan untuk membuat benang emas digunakan film warna emas.

(3) Pita logam yang dilapisi dengan film dari poliester pada kedua sisinya. Untuk membuat benang perak digunakan film tanpa warna, sedangkan untuk membuat benang emas digunakan film warna emas.

Bahan perekat yang digunakan untuk merekatkan film dengan logam juga diberi warna dengan suatu pigmen dalam pembuatan benang emas.

(4) Film poliester dilogamkan tak berwarna yang dipotong–potong menjadi pita tipis dan dilapisi dengan film poliester transparan pada kedua sisinya. Pelogaman film poliester dilakukan dengan penguapan alumunium dalam ruang sangat hampa. Untuk pembuatan benag emas dan efek logam lain, bahan perekat di antara film diwarnai dengan warna yang sesuai.

(5) Film poliester dilogamkan tak berwarna yang dipotong–potong menjadi pita–pita tipis dan dilapisi dengan film selulosa pada kedua sisinya.

c) Sifat fisika

(1) Pengaruh panas kering
Pengerjaan benang logam dari flim asetat dalam proses kering dengan tekanan harus dilakukan pada suhu sedang, karena perekat yang digunaka untuk benang ini bersifat termoplastik. Tekanan dan suhu lebih dari 107˚C dapat merusak film. Jika tanpa tekanan suhu dapat dinaikkan sampai 160˚C tanpa terjadi kerusakan.

Benang logam dari film poliester dapat dipanaskan tanpa tekanan sampai 216˚C. Jika dengan tekanan, benang ini dapat dipanaskan sampai kurang dari 135˚C tanpa terjadi kerusakan. Pada penyetrikaan biasa benang logam tahan sampai suhu 200˚C-210˚C

(2) Pengaruh uap panas
Serat logam yang berlapis film viskosa tidak tahan terhadap pengerjaan dengan uap panas. Apabila film viskosa berada didalam uap panas, maka film alumunium akan terlepas sehingga benang logam rusak.

Benang logam yang berlapis film selulosa dapat dikerjakan dengan uap panas sampai suhu 80˚C. Benang logam yang tersusun dari film poliester dengan film alumunium atau film poliester dengan film poliester yang dilogamkan dapat dimasak tanpa terjadi kerusakan.

d) Sifat kimia

(1) Pengaruh asam
Benang logam tidak bereaksi dengan asam–asam yang digunakan dalam pencelupan. Pada suhu pemasakan dan waktu pencelupan yang normal (±3 jam), asam sulfat, asam formiat, asam asetat dan asam oksalat tidak berpengaruh pada benang logam film poliester. Tetapi asam-asam tersebut dapat merusak benang logam dengan asam asetat. Asam khlorida pada suhu pemasakan dapat merusak benang logam yang berlapis film poliester, tetapi tidak merusak logam yang bersumbu film poliester dilogamkan.

(2) Pengaruh alkali
Natrium karbonat dengan konsentrasi rendah sampai 2% dan suhu sedang 50˚C-60˚C tidak berpengaruh pada serat logam setelah dua jam. Bagian logam terurai dan keluar pada suhu pemasakan.

(3) Pengaruh kanji
Kanji yang digunakan dalam pertekstilan seperti pati dan turunan eter selulosa, albumin, kanji sintetik dengan dasar akrilat yang lain, tidak merusak benang logam

e) Penggunaan
Benang logam digunakan sebagai bahan penghias tekstil, baik untuk keperluan rumah tangga maupun logam.

BENTUK DAN SIFAT-SIFAT SERAT

1. Panjang Serat
   Panjang serat biasanya beberapa ratus kali lipatdari lebarnya. Perbandingan yang besar ini untuk memperoleh sifat fleksibel sehingga memungkinkan untuk dapat dipintal. Panjang serat ini juga menentukan nomor atau kehalusan benang yang dikehendaki.

2. Stapel
   Stapel adalah serat–serat yang panjangnya hanya beberapa inchi. Serat–serat alam pada umumnya berbentuk stapel, sekitar 50% dari jumlah serat buatan juga diproduksi dalam bentuk stapel dengan memotong–motong filamen menjadi serat yang panjangnya berkisar 1–6 inchi.

3. Filamen
   Filamen adalah serat–serat yang sangat panjang, misalnya serat sutra. Semua serat buatan mula–mula dibuat dalam bentuk filament. Pada saat ini sekitar 50% dari jumlah serat buatan diproduksi dalam bentuk filamen.

4. Tow
   Tow adalah multi filamen yang terdiri dari puluhan atau ratusan ribu filamen dalam bentuk berkas seperti sliver, kadang–kadang dengan sedikit antihan. Filamen-filamen tersebut sudah tersusun sejajar sehingga memudahkan untuk dipintal menjadi benang setelah dipotong–potong.

5. Monofilamen
   Monofilamen adalah satu filamen. Benang monofilamen ini adalah benang yang terdiri dari satu helai filamen. Benang ini terutama digunakan untuk keperluan–keperluan khusus, seperti kaos kaki wanita.

6. Penampang Melintang Serat
   Bentuk penampang melintang serat sangat bermacam–macam, ada yang bulat, lonjong, bergerigi, segitiga, pipih dan sebagainya. Untuk jenis yang sama serat alam mempunyai penampang lintang yang sangat bervariasi, sedangkan serat–serat buatan untuk jenis yang sama pada umumnya mempunyai penampang melintang yang sama.

Semakin bulat penampang melintang semakin baik kilaunya dan semakin lemas pegangannya semakin rendah daya penutupnya karena makin banyak ruang udara.

7. Kekuatan Serat
   Kekuatan serat merupakan faktor langsung yang menunjang kekuatan produksi akhir. Serat yang kuat akan lebih kaku daripada serat yang sedang atau kurang kekuatannya. Karena itu, untuk kain–kain yang harus mempunyai pegangan atau rabaan yang lembut (*soft)* disarankan menggunakan serat–serat yang kekuatannya sedang atau kurang. Hal ini bukan berarti bahwa untuk membuat kain yang baik harus menggunakan serat yang lemah kekuatannya.

8. Daya Serap Serat
   Hampir semua serat dapat menyerap uap air sampai batas tertentu. Serat–serat yang dapat menyerap uap air lebih banyak disebut serat yang higroskopis. Serat–serat ini lebih nyaman dipakai. Serat–serat yang sedikit menyerap uap air mempunyai sifat–sifat yang hamper sama dalam keadaan kering maupun basah, cepat kering dan kecil mengkeretnya.

   Kandungan uap air dalam serat–serat tekstil dapat dinyatakan dalam "*Moisture Content" (C)* atau *"Moisture Regain" (R)* yaitu persentase kandungan air terhadap serat dalam kondisi tertentu, kalau ditulis dalam rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{C = \frac{Bn - Bk}{Bn} \times 100\%}$$

   Moisture Regain yaitu persentase kandungan air terhadap berat kering mutlak serat, kalau ditulis dalam rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{Bn - Bk}{Bk} \times 100\%$$

   Keterangan:
   Bn : Berat nyata serat dalam suatu kondisi.
   Bk : Berat kering mutlak serat.

RH atau kelembaban relatif adalah banyaknya uap air yang terdapat di udara dan suhu udara yang mempengaruhi jumlah uap air yang diserap oleh serat. Semakin tinggi RH semakin banyak pula uap air yang dapat diserap oleh serat. Oleh sebab itu, pengukuran kandungan uap air yang diserap oleh serat harus dilakukan pada kondisi standar, yaitu pada RH = 65% dan suhu 23°C.

Tabel 14.
Moisture regain beberapa serat

Jenis Serat	% Moisture Regain
Wol	15
Rayon Viskosa	11
Sutra	11
Kapas	8,5
Nilon	4,5
Poliester	0,4
Gelas	0,0

9. Mulur dan Elastisitas
   Elastisitas adalah kemampuan serat untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami tarikan. Serat akan muolur apabila mendapatkan tarikan, sedangkan mulur adalah kemampuan serat untuk memendek lagi ke panjang semula apabila tarikan dilepaskan.

10. Keriting dan Pilinan Serat
    Beberapa serat alam telah mempunyai pilinan pada waktu pertumbuhan yang disebut dengan pilinan asli. Serat kapas mempunyai pilinan asli sekitar 155–600/inchi. Pilinan ini dapat dilihat denga mikroskop. Serat wol lebih bergelombang atau keriting daripada serat–serat lainnya. Bentuk keriting atau gelombang ini mempunyai pengaruh terhadap daya kohesi antar serat dalam benang sehingga dapat menghasilkan benang yang ruah (*lofty*). Untuk serat buatan bentuk keriting atau gelombang dapat diberikan secara mekanik dalam pembuatannya.

11. Kehalusan Serat
    Kehalusan serat menentukan kekuatan dan kehalusan benang. Semakin halus semakin baik. Namun untuk serat alam tertentu kehalusan serat menunjukkan usia serat. Serat halus dapat

menimbulkan *nep* (serat yang kusut) dalam pengolahannya sehingga merendahkan mutu yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena benang tidak tahan gesekan dan *pilling* (mudah berbulu).

Pada umumnya serat–serat yang panjang cenderung halus dan serat–serat yang pendek cenderung kasar. Prinsip penentuan kehalusan serat ialah dengan cara mengukur tahanan gumpalan serat terhadap aliran udara pada kondisi tertentu. Serat yang lebih kasar lebih mudah ditembus oleh udara meskipun berat dan luas penampangnya sama. Semakin halus serat semakin kecil jumlah pori–pori yang dapat dilalui udara.

12. Kedewasaan Serat

    Kedewasaan serat menunjukkan usia serat. Serat dewasa berarti serat tersebut telah berkembang dengan sempurna, sedangkan serat muda berarti perkembangnnya tidak sempurna atau berhenti. Serat muda pada saat dipintal banyak membentuk *nep* dan tidak tahan terhadap gesekan.

E. Rangkuman

Serat adalah sesuatu yang panjangnya beribu–ribu kali lebarnya. Ada dua macam serat, yaitu:

1. Serat Alam

   Serat alam adalah serat yang bahan bakunya berasal dari alam. Diantaranya adalah serat tumbuhan, serat binatang (hewan), dan serat barang galian.

2. Serat Sintesis (Buatan)

   Serat sintetis adalah serat yang bahan bakunya dari reaksi zat kimia. Yang termasuk serat ini diantaranya adalah serat organik (serat poliester, poliamida, rayon asetat, rayon viskosa), serat an-organik (serat gelas dan serat logam)

Ada beberapa bentuk serat dan sifatnya diantaranya :

1. Panjang Serat

   Panjang serat biasanya beberapa ratus kali lipat dari lebarnya. Perbandingan yang besar ini untuk memperoleh sifat fleksibel sehingga memungkinkan untuk dapat dipintal. Panjang serat ini juga menentukan nomor atau kehalusan benang yang dikehendaki.

2. Stapel
   Stapel adalah serat–serat yang panjangnya hanya beberapa inchi. Serat–serat alam pada umumnya berbentuk stapel, sekitar 50% serat buatan juga diproduksi dalam bentuk stapel dengan memotong–motong filamen menjadi serat yang panjangnya berkisar 1–6 inci.

3. Filamen
   Filamen adalah serat–serat yang sangat panjang, misalnya serat sutra. Semua serat buatan mula–mula dibuat dalam bentuk filamen. Pada saat ini sekitar 50% serat buatan diproduksi dalam bentuk filamen.

4. Tow
   Tow adalah multi filamen yang terdiri dari puluhan atau ratusan ribu filamen dalam bentuk berkas seperti sliver, kadang–kadang dengan sedikit antihan. Filamen-filamen tersebut sudah tersusun sejajar, sehingga memudahkan untuk dipintal menjadi benang setelah dipotong–potong.

5. Monofilamen
   Monofilamen adalah satu filamen. Benang monofilamen ini adalah benang yang terdiri dari satu helai filamen. Benang ini terutama digunakan untuk keperluan–keperluan khusus seperti kaos kaki wanita.

6. Penampang Melintang Serat
   Bentuk penampang melintang serat sangat bermacam–macam, ada yang bulat, lonjong, bergerigi, segitiga, pipih, dan sebagainya. Untuk jenis yang sama, serat alam mempunyai penampang melintang yang sangat bervariasi, sedangkan serat buatan pada umumnya mempunyai penampang melintang yang juga sama. Semakin bulat penampang melintangnya semakin baik kilaunya dan semakin lemas pegangannya, tetapi semakin rendah daya penutupnya karena semakin banyak ruang udara.

7. Kekuatan Serat
   Kekuatan serat merupakan faktor langsung yang menunjang kekuatan produksi akhir. Serat yang kuat akan lebih kaku daripada serat yang sedang atau kurang kekuatannya. Karena itu, untuk kain–kain yang harus mempunyai pegangan atau rabaan yang lembut (*soft)* disarankan menggunakan serat–serat yang kekuatannya sedang atau kurang. Tetapi hal ini tidak berarti harus menggunakan serat yang lemah kekuatannya untuk membuat kain yang baik.

8. Daya Serap Serat

Hampir semua serat dapat menyerap uap air sampai batas tertentu. Serat–serat yang dapat menyerap uap air lebih banyak dinamakan serat yang higroskopis. Serat–serta ini lebih nyaman dipakai. Serat–serat yang sedikit menyerap uap air mempunyai sifat–sifat yang dalam keadaannya kering maupun basah semua hampir sama, cepat kering dan kecil mengkeretnya.

Kandungan uap air dalam serat – serat tekstil dapat dinyatakan dalam "*Moisture Content" (C)* atau *"Moisture Regain" (R)* yaitu persentase kandungan air terhadap serat dalam kondisi tertentu, jika ditulis dalam rumus ialah sebagai berikut:

$$C = \frac{Bn - Bk}{Bn} \times 100\%$$

Moisture Regain yaitu persentase kandungan air terhadap berat kering mutlak serat, jika ditulis dalam rumus ialah sebagai berikut :

$$R = \frac{Bn - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan:

Bn : Berat nyata serat dalam suatu kondisi.

Bk : Berat kering mutlak serat.

F. Penilaian

1. Penilaian Sikap

a. Instrumen penilaian karakter cermat

Nama :...................................

Kelas :...................................

Aktivitas Peserta didik

Peserta didik :

- Mengklasifikasi macam–macam serat.

Rubrik Petunjuk :

Lingkarilah : 1. bila aspek karakter belum terlihat (BT)

2. bila aspek karakter mulai terlihat (MT)

3. bila aspek karakter mulai berkembang (MB)
4. bila aspek karakter menjadi kebiasaan (MK)

Lembar observasi

No	Aspek – aspek yang dinilai	Skor			
		BT	MT	MB	MK
1	Mengamati setiap jenis sampel serat				
2	Mengidentifikasi dengan teliti				
3	Mencatat semua hasil				
4	Menemukan klasifikasi serat alam dan serat sintesis				
Jumlah Skor					

Skor Maksimal : $\dfrac{(4 \times 4) \times 10}{16}$

b. Instrumen penilaian karakter percaya diri

Nama :.......................................

Kelas :.......................................

Aktivitas peserta didik

- Mempresentasikan hasil klasifikasi macam–macam serat.

Rubrik Petunjuk:

Lingkarilah : 1 bila aspek karakter belum terlihat (BT)
2 bila aspek karakter mulai terlihat (MT)
3 bila aspek karakter mulai berkembang (MB)
4 bila aspek karakter menjadi kebiasaan (MK)

Lembar Observasi

No	Aspek – aspek yang dinilai	Skor			
		BT	MT	MB	MK
1	Mengkomunikasikan hasil pekerjaan dengan penuh percaya diri.				
2	Menyampaikan pendapat dengan tanpa ragu – ragu.				
Jumlah Skor					

Skor Maksimal : $\frac{(4 \times 4) \times 10}{8}$

2. Penilaian Pengetahuan

Nama :..
Kelas :..

Isilah titik–titik dibawah ini dengan jawaban yang singkat!

1. Gambar di bawah ini termasuk jenis penampang melintang dari serat ....



2. Gambar di bawah ini termasuk jenis penampang membujur dari serat ....



3. Serat-serat alam pada umumnya berbentuk staple kecuali serat sutra, sedangkan serat sintetis (buatan) yang baru keluar dari spinneret semuanya berbentuk ....
4. Serat sintetis (buatan) yang terbuat dari heksametilena diamina dengan asam sebasat adalah serat ....
5. Sekelompok serat-serat filament yang membentuk tali dengan tidak disertai pilinan adalah ciri khas dari ....

6. Serat alam memiliki bentuk penampang melintang yang sangat bervariasi, sedangkan serat buatan yang dipintal dengan cara lelehan bentuk penampang melintangnya adalah ....
7. Serat alam yang berasal dari binatang adalah ....
8. Serat alam yang berasal dari barang galian adalah ....
9. Berasal dari manakah asam tereftalat? ....
10. Berasal dari manakah etilena glikol? ....

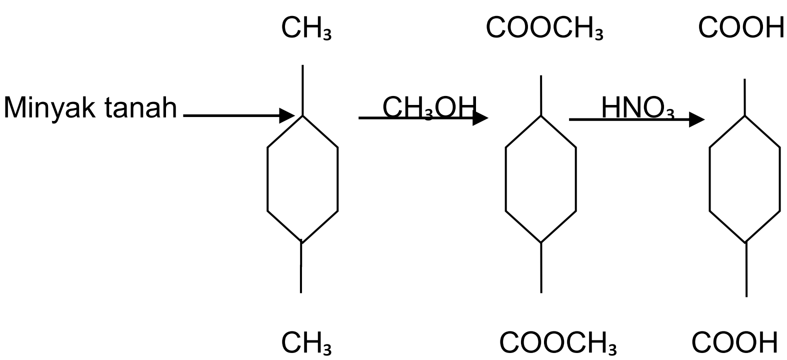
Kunci jawaban dan pedoman penskoran

1. Kapas
2. Polister
3. Filamen
4. Poliamida
5. Tow
6. Spinneret
7. Sutra dan wol
8. Asbes
9. Penyulingan Minyak bumi
10. Penyulingan Minyak bumi

Setiap jawaban benar diberi skor 1, sedangkan jawaban salah diberi skor 0. Karena soal berjumlah 10 butir, jumlah skor berkisar antara 0 sampai 10.

Soal uraian

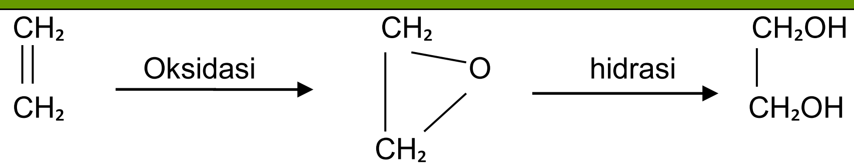
1. Tuliskan reaksi pembuatan Asam Tereftalat yang berasal dari penyulingan minyak tanah.

No	Kunci Jawaban
1	 Asam tereftalat dibuat dari para-xilena yang harus bebas dari isomer meta dan orto. P-xilena merupakan bagian dari destilasi

	minyak tanah dan tidak dapat dipisahkan dari isomer meta dan orto dengan cara destilasi. Pemisahan dilakukan dengan cara kristalisasi. P-xilena membeku pada suhu 13°C, m-xilena pada suhu 48°C dan o-xilena pada suhu 24°C. Oksidasi dengan asam nitrat pada suhu 220°C dan tekanan 30 atmosfir merubah p-xilena menjadi asam tereftalat. Cara lain ialah dengan oksidasi p-xilena dengan udara dan katalisator kobalt toluat pada suhu 200°C, menjadi asam toluat yang diesterkan menjadi metil toluat dan oksidasi selanjutnya terjadi monometil tereftalat. Mono metil tereftalat atau asam tereftalat diubah menjadi dimetil tereftalat.

Deskriptor	Skor
Apabila peserta didik dapat menuliskan reaksi lengkap dengan deskripsinya	5
Apabila peserta didik hanya menuliskan reaksi dengan lengkap	4
Apabila peserta didikmenuliskan deskripsi pembuatan dengan lengkap	3
Apabila peserta didik menuliskan reaksi kurang lengkap	2
Apabila peserta didik menuliskan deskripsi pembuatan kurang lengkap	1

2. Tuliskan reaksi pembuatan etilena glikol yang berasal dari penyulingan minyak tanah.

<table>
<tr><th>No</th><th>Kunci Jawaban</th></tr>
<tr><td>2</td><td>


Etilena yang berasal dari penguraian minyak tanah dioksidasi dengan udara menjadi etilena oksida yang kemudian dihidrasi menjadi etilena glikol.
</td></tr>
</table>

Deskriptor	Skor
Apabila peserta didik bisa menuliskan reaksi lengkap dengan deskripsinya	5
Apabila peserta didik hanya menuliskan reaksi dengan lengkap	4
Apabila peserta didik menuliskan deskripsi pembuatan dengan lengkap	3
Apabila peserta didik menuliskan reaksi kurang lengkap	2
Apabila peserta didik menuliskan deskripsi pembuatan kurang lengkap	1

3. Penilaian Ketrampilan

Nama :..................................
Kelas :..................................

Instrumen penilaian praktik klasifikasi serat berdasarkan bentuk dan jenisnya

No	Aspek yang dinilai	Skor		
		1	2	3
1	Mengenakan jas laboratorium			
2	Menyiapkan peralatan praktik			
3	Menyiapkan bahan praktik			
4	Melakukan pengujian penampang serat			
5	Melakukan pengujian *Moisture Regain*			
6	Melakukan pengujian *Moisture Content*			
7	Melakukan pengujian berat jenis			
8	Melakukan pengujian elastisitas dan mulur			
9	Mengembalikan peralatan dan bahan praktik			
10	Membuat laporan hasil praktik			

G. Refleksi

1. Manfaat apakah yang anda peroleh setelah mempelajari unit pengetahuan benang tekstil?
2. Hal–hal baru apakah yang dapat anda peroleh setelah mempelajari modul ini.
3. Bagaimana sebaiknya sikap kita jika memperoleh hal baru yang berharga.
4. Apakah yang dapat anda lakukan setelah mempelajari modul ini?
5. Menurut anda apakah modul ini berkaitan dengan modul lain?

H. Referensi

Herlison Enie, Koestini Karmayu 1980. *Pengantar Teknologi Tekstil,* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

Istinharoh, Sodiq 2010. *Menganalisa Bahan Baku Chips.* Modul pembelajaran SMK Texmaco Semarang.

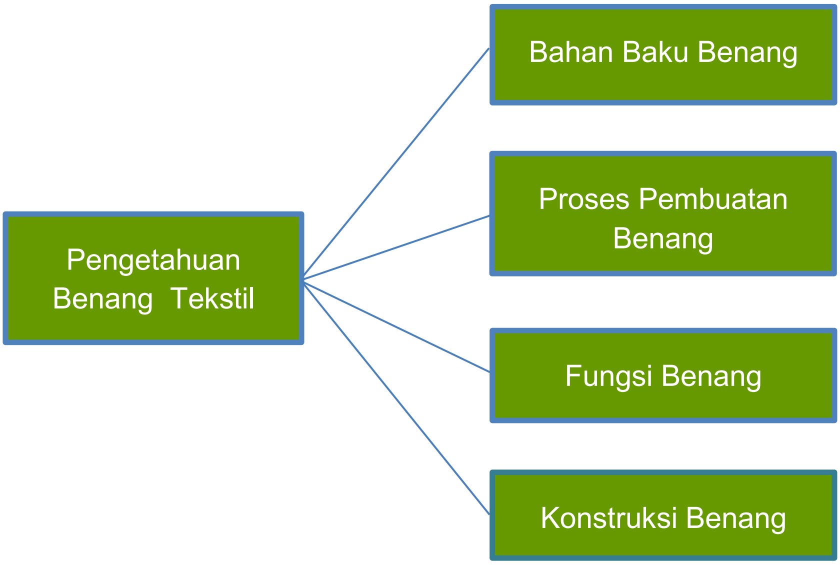
Roejito, Gaiza M.Djaloes 1978. *Teori Pengujian Tekstil 2,* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

Soeprijono, Purwanti, Widayat, Jumaeri 1973. *Serat–serat Tekstil,* Institut Teknologi Tekstil,1973

Winarni Chatib, I gusti Putu Arya. 1978. *Pengetahuan Bahan Tekstil 1,* Departemen Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

UNIT 2 PENGETAHUAN BENANG TEKSTIL

A. Ruang Lingkup Pembelajaran



B. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran selama satu semester, peserta didik dapat:

1. Memilih bahan baku benang dengan benar.
2. Melaksanakan proses pembuatan benang dengan benar sesuai sop.
3. Mengidentifikasi benang sesuai dengan fungsinya.
4. Mengidentifikasi benang sesuai dengan konstruksinya.

C. Kegiatan Belajar

1. Mengamati

Dalam kegiatan mengamati ini anda diminta untuk mengamati bahan baku benang, proses, dan bagian–bagian mesin pembuatan benang

yang ada di industri. Pengamatan ini akan memperkaya pengetahuan tentang benang tekstil, baik yang terbuat dari serat alam atau serat buatan. Sebagai panduan dalam pengamatan ini anda dapat mengikuti instruksi dari guru atau instruksi dalam modul ini, anda pun dapat memperkaya sendiri dengan melakukan pengamatan secara mandiri.

Berikut ini adalah instruksi kegiatan pengamatan:

a. Amatilah beberapa jenis bahan baku yang digunakan;
b. Amatilah beberapa peralatan dan spesifikasinya dalam pembuatan benang;
b. Bandingkan dan cari perbedaan antara pembuatan benang dari bahan baku serat alam dan serat buatan;
c. Kelompokkan peralatan yang anda amati berdasarkan jenisdan fungsinya;
d. Amatilah bagian-bagian dan komponen-komponen peralatan secara lebih seksama dan mendalam;
e. Amati bagaimana cara kerja alat tersebut;
f. Amati konstruksi dari beberapa benang dan fungsinya.

Tuliskan hasil pengamatan anda berdasarkan penugasan guru dengan membuat format pengamatan buatan anda sendiri atau menggunakan format pengamatan seperti contoh di bawah ini.

Contoh lembar kegiatan mengamati

No.	Bahan Baku	Konstruksi Benang	Fungsi Benang	Proses Pembuatan
1				
2				
3				
4				
5				
...				

2. Menanya

Tanyakan kepada guru produktif, instruktur industri, atau orang yang berkompeten di bidang pembuatan benang tentang bahan baku, bagian–bagian mesin, dan proses pembuatan benang (pemintalan serat alam atau pemintalan serat buatan), serta konstruksi benang dan fungsi

dari benang tersebut. Galilah seluruh pertanyaan yang ada di benakmu agar anda terbiasa mampu melihat, menggali dan menemukan permasalahan.

Beberapa pertanyaan di bawah ini mungkin dapat membantumu untuk menggali informasi dan bisa juga dapat anda kembangkan sendiri.

a. Apakah bahan baku yang digunakan untuk pembuatan benang baik pemintalan serat alam maupun pemintalan serat buatan?
b. Sebutkan macam–macam pemintalan serat alam.
c. Sebutkan macam–macam pemintalan serat butan.
d. Bagaimanakah urutan proses pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan)?
e. Sebutkan bagian–bagian mesin pada mesin pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan).
f. Jelaskan konstruksi benang yang dihasilkan dari pembuatan benang tersebut.
g. Jelaskan fungsi dari benang yang dihasilkan dari pembuatan benang tersebut.

3. Mengumpulkan Data/Mencoba/Eksperimen

Pada kegiatan menanya anda telah mengumpulkan beberapa pertanyaan terkait dengan pengetahuan benang tekstil. Sekarang carilah dann kumpulkan informasi serta data yang terkait dengan pengetahuan tentang benang tekstil untuk dapat menjawab berbagai pertanyaan yang telah anda himpun.

Informasi dan data tersebut meliputi:

- Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Macam–macam pemintalan serat alam;
- Macam–macam pemintalan serat buatan;
- Urutan proses pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Bagian–bagian mesin pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Konstruksi benang;
- Fungsi benang.

4. Mengasosiasikan/Mendiskusikan

Diskusikan dengan teman–teman di kelas perihal informasi yang telah anda kumpulkan mengenai pengetahuan benang tekstil.

Topik diskusi dapat menyangkut:

- Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Macam–macam pemintalan serat alam;
- Macam–macam pemintalan serat buatan;
- Urutan proses pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Bagian–bagian mesin pembuatan benang (pemintalan serat alam dan pemintalan serat buatan);
- Konstruksi benang;
- Fungsi benang.

Tuliskan beberapa catatan khusus dan masukan dari hasil diskusi untuk memperkaya/memperbaiki informasi dan kesimpulan sementara yang sudah anda buat.

Catatan hasil diskusi

....
....
....
....
....
....
....

5. Mengkomunikasikan/Menyajikan/Membentuk Jaringan

Susunlah laporan tertulis mengenai hasil pengamatan, informasi data hasil pembelajaran, dan kesimpulan yang berhasil anda buat tentang pengetahuan benang tekstil. Kemudian presentasikan *lap*oran tersebut di depan kelas. Presentasi ini akan memperkaya wawasan dan pengetahuanmu khususnya tentang benang tekstil. Tuliskan masukan–masukan yang anda peroleh dari presentasi yang anda sajikan di kelas.

Masukan hasil presentasi

....

....

....

....

....

....

....

D. Penyajian Materi

1. Pemintalan Serat Alam

a. Bahan Baku

1) Pengertian Serat

Serat adalah suatu benda yang mempunyai perbandingan Antara panjang dan diameter yang sangat besar. Serat merupakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan benang dan kain. Sebagai bahan baku dalam pembuatan benang dan pembuatan kain, serat memegang peranan penting, sebab:

- Sifat-sifat serat akan mempengaruhi sifat-sifat benang atau kain yang dihasilkan.
- Sifat-sifat serat akan mempengaruhi cara pengolahan benang atau kain, baik pengolahan secara mekanik atau pengolahan secara kimia.

2) Sejarah Perkembangan Serat

Serat dikenal orang sejak ribuan tahun sebelum Masehi. Pada tahun 2640 SM negara Cina sudah menghasilkan serat sutra dan tahun 1540 SM telah berdiri industri kapas di India. Serat *flax* pertama kali digunakan di Swiss pada tahun 10.000 SM dan serat wol mulai digunakan orang di Mesopotamia pada tahun 3000 SM. Selama ribuan tahun serat *flax*, wol, sutra, dan kapas memenuhi kebutuhan manusia paling banyak. Pada awal abad ke 20 mulai diperkenalkan serat buatan dan hingga sekarang bermacam-macam jenis serat buatan diproduksi.

3) Produksi Serat
   Produksi serat alam dari tahun ke tahun dapat dikatakan tetap, tetapi persentase terhadap seluruh produksi serat tekstil semakin lama semakin menurun mengingat kenaikan produksi serat-serat buatan yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena:
   - Terbatasnya lahan dan iklim;
   - Pada umumnya sifat-sifat serat buatan lebih baik daripada serat alam;
   - Produksi serat buatan dapat diatur baik jumlah, sifat, bentuk atau ukurannya.

4) Jenis Kapas
   Dilihat dari panjang seratnya. Jenis serat kapas dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:
   - Serat kapas panjang
     Termasuk dalam golongan ini adalah serat dari Mesir.
   - Serat kapas medium
     Termasuk dalam golongan ini adalah serat dari Amerika.
   - Serat kapas pendek
     Termasuk dalam golongan ini adalah serat dari India.

5) Penerimaan Bal Kapas
   Pada saat dimasukkan ke dalam gudang kapas bal kapas harus dicatat merek dan beratnya pada formulir yang telah disediakan untuk pencocokan dengan *invoice* dari importir. Selanjutnya bal-bal kapas diangkut dan disusun sesuai dengan merek masing-masing.

6) Penyimpanan Bal Kapas
   Penyimpanan bal kapas dalam gudang harus disusun dengan mengingat:
   - Hemat dalam pemakaian ruangan;
   - Susunan harus rapi dan tidak mudah roboh;
   - Mudah dalam pengambilan;
   - Pengelompokkan berdasarkan atas merek;
   - Harus ada standar jumlah tumpukan;
   - Ada ruang yang cukup lebar untuk gerakan forklif.

7) Pengambilan Bal Kapas

Pengambilan bal-bal kapas dari gudang dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Bal kapas yang lebih dahulu disimpan diambil lebih dahulu;
- Jumlah dan mutu disesuaikan dengan permintaan.

8) Persyaratan Serat untuk Dipintal

Agar serat dapat dipintal, serat harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu : panjang, kehalusan, gesekan permukaan, dan kekenyalan serat.

a) Panjang serat

Serat yang panjang dengan sendirinya mempunyai permukaan yang lebih luas sehingga gesekan diantara serat-seratnya juga lebih besar. Kondisi tersebut menyebabkan serat tidak mudah tergelincir dan benang menjadi lebih kuat. Dengan demikian, serat-serat dengan panjang tertentu mempunyai daya pintal atau kemampuan untuk dapat dipintal dengan tertentu pula. Daya pintal ini menentukan batas nomor benang serat tersebut dapat dipintal. Jadi, penggunaan serat harus disesuaikan dengan daya pintalnya. Untuk memudahkan pengolahan pada mesin, panjang serat minimal adalah 10 mm.

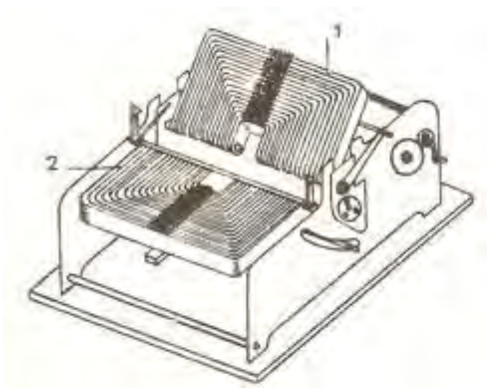
(1) Penentuan panjang serat dengan tangan

Penentuan panjang serat dengan tangan banyak dilakukan untuk menentukan panjang *stapel* serat kapas dalam perdagangan karena cara ini dapat dilakukan dengan cepat. Cara ini biasa disebut dengan *hand stapling* dan panjang serat yang dihasilkan disebut *staple length*.



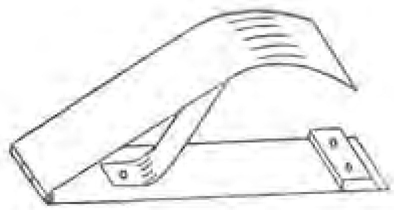
Gambar 8. H*and stapling*

(2) Penentuan panjang serat dengan alat
Penentuan panjang serat dengan alat ini banyak dilakukan untuk mengontrol panjang serat dalam proses atau sesudah proses dan mengontrol serat-serat lainnya kecuali serat kapas. Alat yang digunakan adalah *bear sorter*, akan tetapi dengan menggunakan alat ini waktu pengujiannya lama sedang yang menggunakan alat fibrografik.

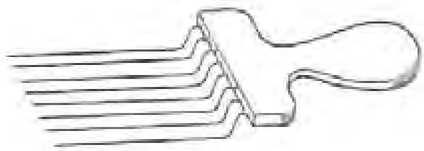


Gambar 9. Bear sorter

Keterangan:
1. Sisir atas
2. Sisir bawah



Gambar 10. Pinset pencabut serat



Gambar 11. Garpu penekan serat



Gambar 12. Fraksi serat kapas di atas beludru

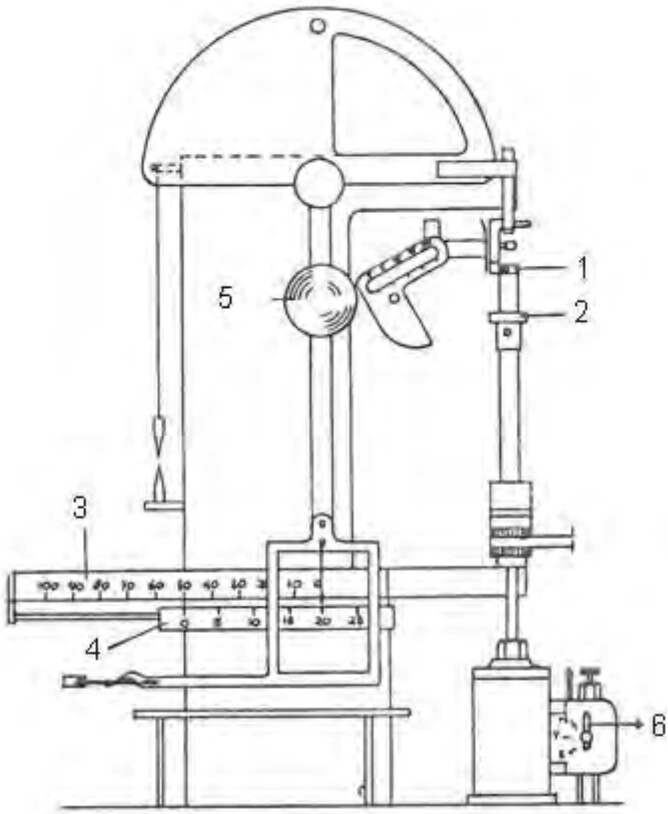
b) Kekuatan serat

Serat-serat yang mempunyai kekuatan tinggi, akan menghasilkan benang dengan kekuatan yang tinggi. Sebaliknya, serat-serat dengan kekuatan rendah akan menghasilkan benang yang berkekuatan rendah. Dengan demikian, kekuatan serat mempunyai pengaruh langsung terhadap kekuatan benang. Kekuatan serat kapas diasosiasikan dengan tingginya derajat kristalinitas. Oleh sebab itu serat yang kuat akan lebih kaku daripada serat yang sedang atau kurang kekuatannya.

(1) Kekuatan serat perhelai

Penentuan kekuatan serat per helai dimaksudkan untuk mengetahui variasi kekuatan serat dan hubungan Antara *stress* dan *strain* yang selanjutnya dapat diketahui sifat lain yang ada hubungannya dengan *stress* dan *strain* tersebut. Penentuan kekuatan serat per helai memakan

waktu yang lama. Alat yang digunakan ialah *single fiber strength tester* yang dilengkapi dengan klem dan tempat mengencangkan klem.



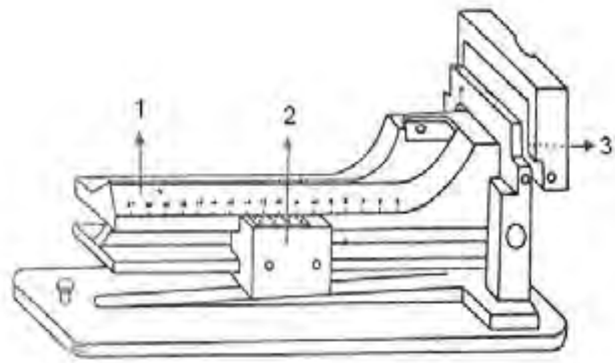
Gambar 13. Skema *single fiber strength tester*

Keterangan :
1. Jepit atas
2. Jepit bawah
3. Skala kekuatan
4. Skala mulur
5. Pemberat
6. Handel untuk menjalankan dan memberhentikan mesin

(2) Kekuatan erat per bundel (berkas)

Pengujian kekuatan serat per bundle dimaksudkan untuk menentukan *tenacity* atau *tensile trength*. Cara ini sangat menguntungkan karena menghemat waktu dan tenaga. Pengujian per berkas untuk kapas telah berkembang

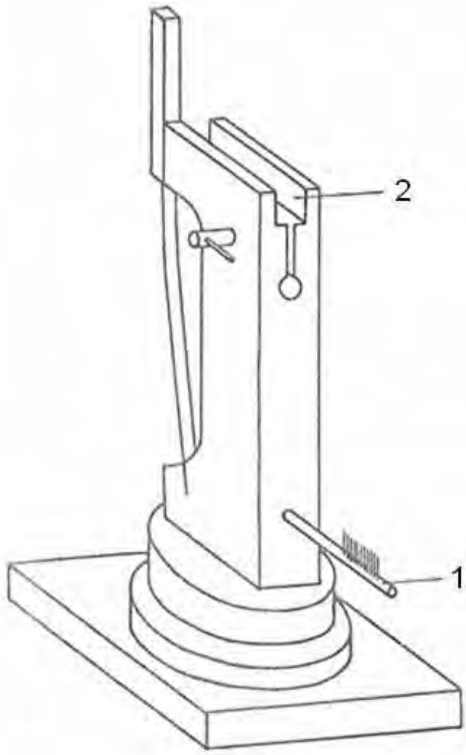
karena disamping efisien juga hasil pengujiannya lebih teliti. Alat yang digunakan ialah p*ressley tester.*



Gambar 14. Skema *pressley cotton fibre strength tester*

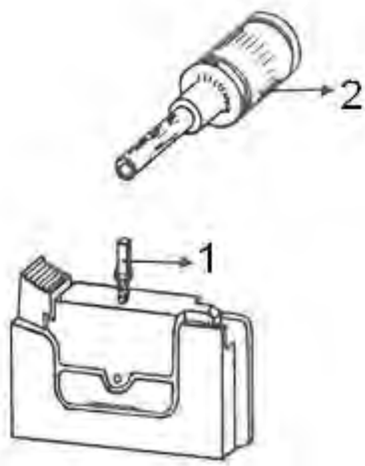
Keterangan :

1. Skala Kekuatan *Pressley*
2. Gerobak
3. Tempat memasukkan klem serat



Gambar 15. Vise

Tempat mengen*can*gkan klem yang dilengkapi dengan klem.

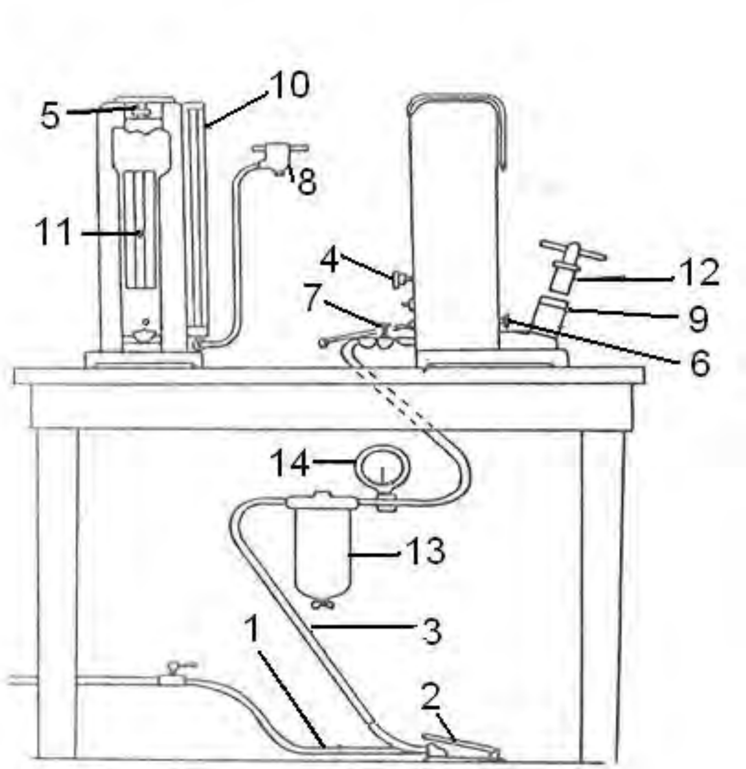


Gambar 16. Klem serat dan kunci pas

Keterangan :
1. Klem serat
2. Kunci pas

3) Kehalusan Serat

Kehalusan serat dinyatakan dengan perbandingan antara panjang dan lebar serat. Perbandingan ini harus lebih besar dari seribu. Pada penampang tertentu jumlah serat-serat yang halus akan lebih banyak dibandingkan jumlah serat-serat yang lebih kasar. Dengan demikian, permukaan gesekan untuk serat-serat yang halus lebih besar sehingga kemungkinan terjadinya penggelinciran juga berkurang dan benang semakin kuat. Kehalusan serat ada batasnya. Serat yang berasal dari kapas yang muda akan memberikan ketidakrataan benang. Benang yang kurang baik karena kapas yang muda akan menimbulkan *nep*. Alat yang digunakan untuk mengukur kehalusan serat adalah *micronaire* atau *arealometer*



Gambar 17. *Micronaire*

Keterangan :
1. Udara masuk

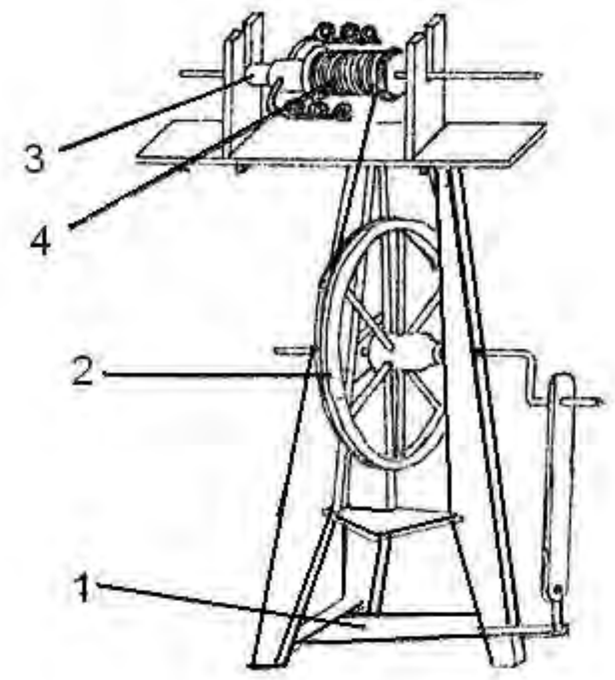
2. Pedal
3. Aliran udara
4. Knop pengatur tekanan
5. Knop pengatur penunjuk
6. Knop penera
7. Kran pemasukkan udara
8. Master *plug*
9. Ruangan kompresi serat
10. Manometer
11. Penunjuk
12. Plunger kompresi
13. Penyaring udara
14. Manometer

4) Gesekan Permukaan Serat
Gesekan permukaan serat mempunyai pengaruh yang besar terhadap kekuatan benang. Semakin bertambah baik gesekan permukaannya, kemungkinan tergelincirnya serat yang satu dengan yang lain semakin berkurang, sehingga benangnya akan lebih kuat. Serat yang halus biasanya mempunyai antihan per satuan panjang yang lebih banyak dan relatif lebih panjang sehingga gesekan permukaan seratnya juga lebih baik.

5) Kekenyalan Serat (Elastisitas)
Serat yang baik harus memiliki kekenyalan sehingga pada saat serat mengalami tegangan serat tidak mudah putus

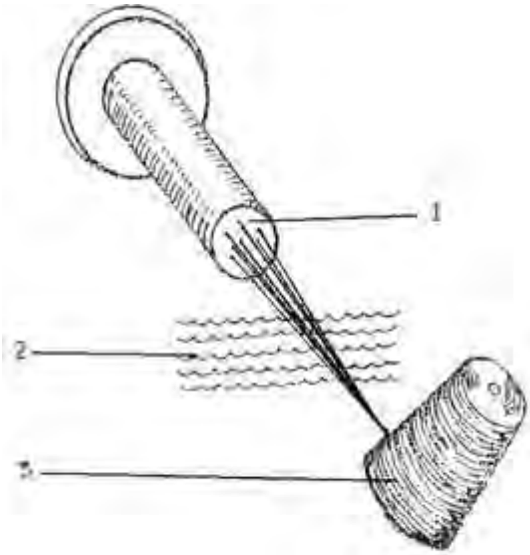
b. Benang
Benang adalah susunan serat serat yang teratur ke arah memanjang dengan garis tengah dan jumlah antihan tertentu yang diperoleh dari suatu pengolahan yang disebut pemintalan. Serat-serat yang digunakan untuk membuat benang berasal dari alam atau pun buatan. Serat-serat tersebut ada yang mempunyai panjang terbatas (disebut *stapel*) dan ada yang mempunyai panjang tidak terbatas (disebut filamen). Benang-benang yang dibuat dari serat-serat *stapel* dipintal secara mekanik, sedang benang-benang filamen dipintal secara kimia. Benang-benang tersebut, baik yang dibuat dari serat-serat alam atau buatan, terdiri dari banyak serat *stapel* atau filamen. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh benang yang fleksibel. Untuk benang-benang dengan garis tengah yang sama benang yang

terdiri dari sejumlah serat yang halus lebih fleksibel daripada benang yang terdiri dari serat yang kasar



Gambar 18. Pemintalan secara mekanik

Keterangan :
1. Injakan
2. Kincir
3. *Spindle*
4. Gulungan Benang



Gambar 19. Pemintalan secara kimia

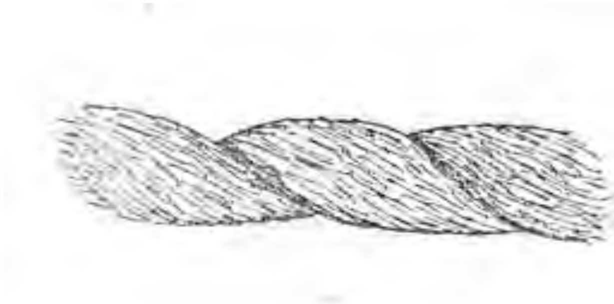
Keterangan :
1. *Spinnerette*
2. Cairan koagulasi
3. Gulungan benang

1) Benang Menurut Panjang Seratnya

Menurut panjang seratnya, benang dibagi menjadi:

a) Benang *Stapel*

Benang *stapel* ialah benang yang dibuat dari serat-serat *stapel*. Serat *stapel* ada yang berasal dari serat alam yang panjangnya terbatas dan ada juga yang berasal dari serat buatan yang dipotong-potong dengan panjang tertentu.



Gambar 20. Benang *stapel*

Ada beberapa macam benang *stapel* antara lain :

(1) Benang *stapel* pendek ialah benang yang dibuat dari serat *stapel* yang pendek.
Contohnya ialah benang kapas, benang rayon dan lain-lain.

(2) Benang *stapel* sedang ialah benang yang dibuat dari serat serat *stapel* yang panjang seratnya sedang.
Contohnya ialah benang wol, benang dan serat buatan.

(3) Benang *stapel* panjang ialah benang yang dibuat dari serat serat *stapel* yang panjang.
Contohnya ialah benang rosella, benang serat nanas dan lain-lain.

b) Benang Filamen

Benang filamen ialah benang yang dibuat dari serat filamen. Pada umumnya benang filamen berasal dari serat buatan, tetapi ada juga yang berasal dari serat alam. Contoh benang filamen yang berasal dari serat alam ialah benang sutra.

Benang filamen yang berasal dari serat buatan misalnya:

(1) Benang rayon, yaitu benang filamen yang dibuat dari bahan dasar selulosa.

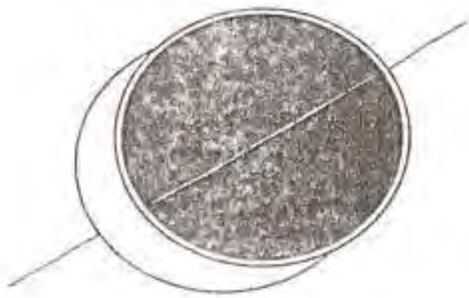
(2) Benang nylon, yaitu benang filamen yang dibuat dari bahan dasar poliamida yang berasal dari petrokimia.

(3) Benang poliakrilik, yaitu benang yang dibuat dari bahan dasar poliakrilonitril yang berasal dari petrokimia.

Selain menjadi benang filamen, serat-serat buatan tersebut dapat juga dibuat menjadi benang *stapel*.

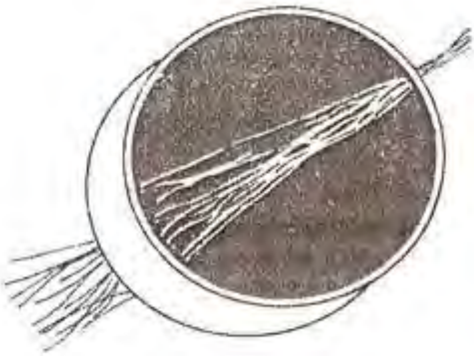
Ada beberapa macam benang filamen, antara lain:

(1) Benang monofilamen ialah benang yang terdiri dari satu helai filamen saja. Benang ini terutama dibuat untuk keperluan khusus, misalnya tali pancing, senar raket, sikat, jala dan sebagainya.



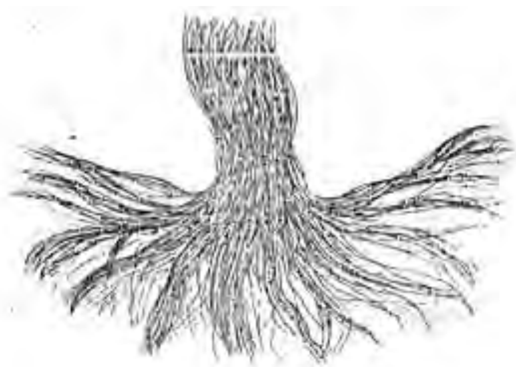
Gambar 21. Benang *monofilamen*

(2) Benang *multifilamen* ialah benang yang terdiri dari serat serat filamen. Sebagian besar benang filamen dibuat dalam bentuk multifilamen.



Gambar 22. Benang *multifilamen*

(3) *Tow* ialah kumpulan dari beribu ribu serat filamen yang berasal dari ratusan *spinnerette* menjadi satu.



Gambar 23. Filamen *tow*

(4) Benang *stretch* ialah benang filamen yang termoplastik dan mempunyai sifat mulur yang besar serta mudah kembali ke panjang semula.

(5) Benang *bulk* ialah benang yang mempunyai sifat-sifat mengembang yang besar.

(6) Benang logam. Benang filamen umumnya dibuat dari serat buatan, namun disamping itu ada juga yang dibuat dari logam. Benang ini telah dipergunakan beribu-ribu tahun yang lalu. Benang yang tertua dibuat dari logam mulia dan benangnya disebut lame. Keburukan dari benang ini ialah: berat, mudah rusak dan warnanya mudah kusam.



Gambar 24. Benang logam

2) Benang Menurut Konstruksinya

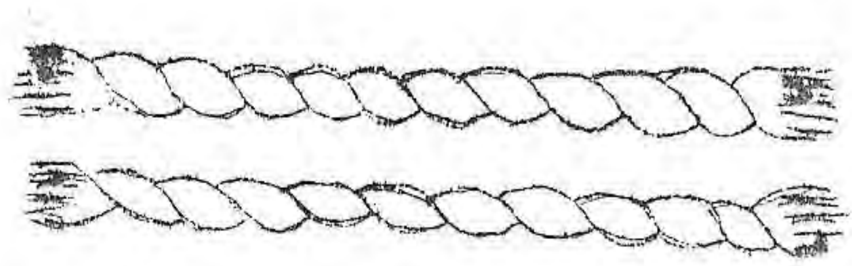
Menurut kontruksinya benang dapat dibagi menjadi :

a) Benang tunggal ialah benang yang terdiri dari satu helai benang saja. Benang ini terdiri dari susunan serat-serat yang diberi antihan yang sama.



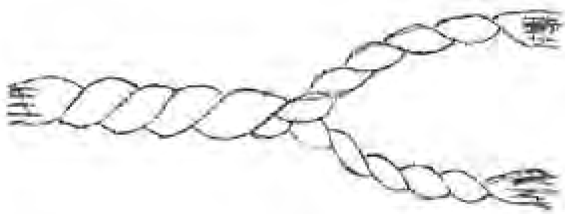
Gambar 25. Benang tunggal

b) Benang rangkap ialah benang yang terdiri dari dua benang tunggal atau lebih yang dirangkap menjadi satu.



Gambar 26. Benang rangkap

c) Benang gintir ialah benang yang dibuat dengan menggintir dua helai benang atau lebih bersama-sama. Biasanya arah gintiran benang gintir berlawanan dengan arah antihan benang tunggalnya. Benang yang digintir lebih kuat daripada benang tunggalnya.



Gambar 27. Benang gintir

d) Benang tali ialah benang yang dibuat dengan menggintir dua helai benang gintir atau lebih bersama-sama.



Gambar 28. Benang tali

3) Benang Menurut Pemakaiannya

Menurut pemakaiannya benang dibagi menjadi:

a) Benang lusi ialah benang untuk lusi, yang pada kain tenun terletak memanjang ke arah panjang kain. Dalam proses

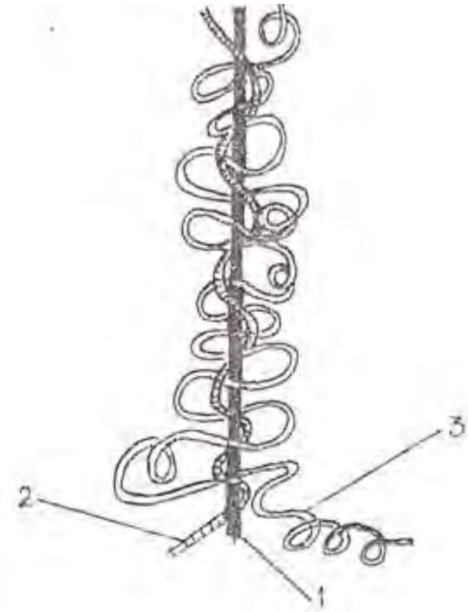
pembuatan kain, benang ini banyak mengalami tegangan dan gesekan. Oleh karena itu, benang lusi harus dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan dan gesekan tersebut. Untuk memperkuat benang lusi, jumlah antihannya harus lebih banyak atau benangnya dirangkap dan digintir. Apabila berupa benang tunggal, benang lusi sebelum dipakai harus diperkuat terlebih dahulu melalui proses penganjian.

b) Benang pakan ialah benang untuk pakan, yang pada kain tenun terletak melintang kearah lebar kain. Benang ini mempunyai kekuatan yang relatif lebih rendah daripada benang lusi.

c) Benang rajut ialah benang untuk bahan kain rajut. Benang ini mempunyai antihan/gintiran yang relatif lebih rendah daripada benang lusi atau benang pakan.

d) Benang sisir ialah benang yang dalam proses pembuatannya melalui mesin sisir (*combing machine*). Nomor benang ini umumnya berukuran sedang atau tinggi (Ne1 40 keatas) dan mempunyai kekuatan dan kerataan yang relatif lebih baik daripada benang biasa.

e) Benang hias ialah benang yang mempunyai corak atau konstruksi tertentu yang digunakan sebagai hiasan. Benang ini dibuat dengan mesin pemintalan yang menggunakan suatu peralatan khusus.



Gambar 29. Benang hias

Keterangan :
1. Benang dasar
2. Benang pengikat
3. Benang hias

f) Benang jahit ialah benang yang dimaksudkan untuk menjahit pakaian. Untuk pakaian tekstil benang jahit ini terdiri dari benang-benang yang digintir dan telah diputihkan atau dicelup dan disempurnakan secara khusus



Gambar 30. Benang jahit

g) Benang sulam ialah benang yang digunakan untuk hiasan pada kain dengan cara penyulaman. Benang ini umumnya telah diberi warna, sifatnya lemas, dan mempunyai efek-efek yang menarik.

4) Persyaratan Benang
Benang digunakan sebagai bahan baku untuk membuat bermacam-macam jenis kain termasuk bahan pakaian, tali dan sebagainya. Agar penggunaan pada proses selanjutnya tidak mengalami kesulitan, benang harus mempunyai persyaratan persyaratan tertentu, antara lain kekuatan, kemuluran, dan kerataan.

a) Kekuatan benang
Kekuatan benang diperlukan bukan saja untuk kekuatan kain yang dihasilkan, tetapi juga diperlukan selama proses pembuatan kain. Hal-hal yang dapat mempengaruhi kekuatan ini ialah:

(1) Sifat-sifat bahan baku.
Sifat-sifat bahan baku Antara lain di pengaruhi oleh:

(a) Panjang serat

Semakin panjang serat yang digunakan untuk bahan baku pembuatan benang, semakin kuat benang yang dihasilkan.

(b) Kerataan panjang serat.
Semakin rata serat yang dipergunakan, artinya semakin kecil selisih panjang antara masing-masing serat, makin kuat dan rata benang yang dihasilkan.

(c) Kekuatan serat.
Semakin kuat serat yang dipergunakan, makin kuat benang yang dihasilkan.

(d) Kehalusan serat.
Makin halus serat yang dipergunakan, semakin kuat benang yang dihasilkan. Kehalusan serat ada batasnya, sebab pada serat yang terlalu halus akan mudah terbentuk *neps* yang selanjutnya akan mempengaruhi kerataan benang serta kelancaran prosesnya.

(2) Konstruksi benang.

Konstruksi benang antara lain dipengaruhi oleh:

(a) Jumlah antihan.
Jumlah antihan pada benang menentukan kekuatan benang, baik untuk benang tunggal maupun benang gintir. Untuk setiap pembuatan benang tunggal, selalu diberikan antihan seoptimal mungkin sehingga dapat menghasilkan benang dengan kekuatan yang maksimum. Jika jumlah antihan kurang atau lebih dari jumlah antihan yang telah ditentukan, kekuatan benang akan menurun.

(b) Nomor benang.
Jika benang-benang dibuat dari serat-serat yang mempunyai panjang, kekuatan dan sifat-sifat serat yang sama, benang yang mempunyai nomor lebih rendah, benangnya lebih kasar dan kekuatannya lebih besar daripada benang yang mempunyai nomor lebih besar.

b) Mulur benang

Mulur ialah perubahan panjang benang akibat tarikan yang biasanya dinyatakan dalam persentasi terhadap panjang benang. Selain menentukan kelancaran dalam pengolahan benang selanjutnya, mulur benang juga menentukan mutu kain yang akan dihasilkan. Benang yang mulurnya sedikit akan sering putus pada pengolahan selanjutnya. Sementara benang yang terlalu banyak mulur akan menyulitkan dalam proses selanjutnya. Jika panjang benang sebelum ditarik = a (cm) dan panjang benang pada waktu ditarik hingga putus = b (cm), maka mulur benang tersebut = $(ab - a)x100\%$

Mulur pada benang dipengaruhi oleh :

a. Kemampuan mulur dari serat yang dipakai.
b. Konstruksi dari benang.

c) Kerataan benang

Kerataan Benang *stapel* sangat dipengaruhi antara lain oleh:

(1) Kerataan panjang serat.
Semakin halus dan makin panjang seratnya, semakin tinggi pula kerataannya.
(2) Halus kasarnya benang tergantung pada kehalusan serat yang dipergunakan, semakin halus benangnya semakin baik kerataannya.
(3) Kesalahan dalam pengolahan.
Semakin tidak rata panjang serat yang dipergunakan, semakin sulit penyetelannya pada mesin. Kesulitan pada penyetelan ini akan mengakibatkan benang yang dihasilkan tidak rata.
(4) Kerataan antihan.
Antihan yang tidak rata akan menyebabkan benang yang tidak rata pula.
(5) Banyaknya nep.
Semakin banyak nep pada benang yaitu kelompok kelompok kecil serat yang kusut yang disebabkan oleh pengaruh pengerjaan mekanik, semakin tidak rata benang yang dihasilkan. Serat yang lebih muda dengan sendirinya akan lebih mudah kusut dibandingkan dengan serat yang dewasa.

5) Penomoran benang

Untuk menyatakan kehalusan suatu benang tidak dapat dilakukan dengan mengukur garis tengahnya karena pengukuran diameternya sangat sulit. Biasanya kehalusan suatu benang dinyatakan dengan perbandingan antara panjang dan beratnya. Perbandingan tersebut dinamakan nomor benang.

a) Satuan-satuan yang dipergunakan

Untuk mempermudah dalam perhitungan, terlebih dahulu harus dipelajari satuan-satuan yang biasa dipergunakan dalam penomoran benang. Adapun satuan-satuan tersebut adalah sebagai berikut:

(1) Satuan panjang
- 1 inci (1”) = 2,54 cm
- 12 incies = 1 *foot* (1’) = 30,48 cm
- 36 incies = 3 *feet* = 1 yard = 91.44 cm
- 120 yards = 1 l*ea* = 109,73 m
- 7 *lea* = 1 hank = 840 yard = 768 m

(2) Satuan berat
- 1 grain = 64,799 miligram
- 1 *pound* (1 lb) = 16 *ounces* = 7000 *grain* = 453,6 gram
- 1 *ounce* (1 oz) = 437,5 grain

Ada beberapa cara yang digunakan untuk memberikan nomor pada benang. Beberapa negara dan beberapa cabang industri tekstil yang besar biasanya mempunyai cara-cara tersendiri untuk menetapkan penomoran pada benang. Namun demikian banyak negara yang menggunakan cara-cara penomoran yang sama. Pada saat ini terdapat bermacam-macam cara penomoran benang yang dikenal, tetapi pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu:

(1) Penomoran benang secara tidak langsung

Pada cara ini ditentukan bahwa makin besar (kasar) benangnya makin kecil nomornya, atau makin kecil (halus) benangnya makin tinggi nomornya. Penomeran cara tidak langsung dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Nomor} = \frac{\text{Panjang (P)}}{\text{Berat (B)}}$$

(a) Penomoran cara kapas (Ne_1)

Penomoran ini merupakan penomoran benang menurut cara Inggris. Cara ini biasanya digunakan untuk penomoran benang kapas, macam-macam benang *stapel* rayon, dan benang *stapel* sutra. Satuan panjang yang diguanakan ialah *hank*, sedang satuan beratnya ialah *pound*. Ne_1 menunjukkan berapa *hank* panjang benang untuk setiap berat 1 *pound*.

Penomeran cara kapas dinyatakan sebagai berikut:

$$Ne_1 = \frac{\text{Panjang (P) } \textit{dalam hank}}{\text{Berat (B) } \textit{dalam pound}}$$

Contoh Soal

Soal 1 : Apa artinya Ne_1 1?

Jawab : Untuk setiap berat benang 1 lb, panjangnya 1 *hank*, atau 1x840 yard.

Soal 2 : Apa artinya Ne1 20 ?

Jawab : Untuk setiap berat benang 1 lb, panjangnya 20 *hank* atau 20x840 yards.

Soal 3 : Benang kapas panjang 8400 yards, berat 0,5 lb. Berapa Ne1 nya ?

Jawab : Panjang 1 lb benang = 2 x 8400 yards =16.800 yards = 16.800 /840 hank = 20 hank.

Maka nomor benang tersebut ialah Ne_1 20.

(b) Penomoran cara *worsted* (Ne_3)

Penomoran dengan cara ini dipakai untuk benang-benang wol sisir, mohair, alpaca, unta, dan cashmere. Satuan panjang yang digunakan ialah 360 yard, sedang satuan beratnya ialah *pound*. Ne_3 menunjukkan berapa kali 560 yard panjang benang setiap berat 1 *pound*.

Penomeran cara *Worsted* dinyatakan sebagai berikut:

$$Ne3 = \frac{\textit{Panjang (P) dalam (560 yards)}}{\textit{Berat (B) dalam pound}}$$

Contoh Soal

Soal 1 : Apa artinya Ne_3 1?

Jawab : Untuk setiap berat 1 lb, panjangnya 1 kali 560 *yard*.

Soal 2 : Apa artinya Ne_3 26 ?

Jawab : Untuk setiap berat 1lb, panjangnya 26 kali 560 *yard*.

Soal 3 : Benang wol sisir panjang 1680 yard, beratnya ¼ *pound*. Berapa Ne_3nya ?

Jawab : Panjang 1 lb benang= 4 x 1680 yard = 6.720 yard = 12 x560 yard. Jadi nomor benang tersebut Ne_3 12

(c) Penomoran cara wol (Ne_2 atau Nc)

Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran jute dan rami. Nc untuk : wol.

Satuan panjang yang digunakan ialah 300 yards, sedangkan satuan beratnya ialah pound.

Ne_2 atau Nc menunjukkan berapa kali 300 yards panjang benang untuk setiap berat 1 pound. Penomeran cara Wol dinyatakan sebagai berikut:

$$Ne_2 = \frac{\textit{Panjang (P) dalam (300 yards)}}{\textit{Berat (B) dalam pound}}$$

Contoh Soal

Soal 1 : Apa artinya Ne_2 1?

Jawab : Untuk setiap berat 1lb, panjangnya 1 kali 300 yard.

Soal 2 : Apa artinya Nc 25 ?

Jawab : Untuk setiap berat 1lb, panjangnya 25 kali 300 yard.

Soal 3 : Benang rami panjang 3600 yard, berat 1/5 pound. Berapa Ne_2 nya ?

Jawab : Panjang 1 lb = 5x3600 yard = 18.000 yard = 60 x 300 yard. Jadi nomor benang tersebut Ne 60.

(d) Penomoran cara metrik (Nm)

Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran segala jenis benang. Satuan panjang yang digunakan ialah meter, sedang satuan beratnya ialah gram. Nm menunjukkan berapa meter panjang benang untuk setiap berat 1 gram. Penomeran cara metrik dinyatakan sebagai berikut:

$$Nm = \frac{\textit{Panjang (P) dalam meter}}{\textit{Berat (B) dalam gram}}$$

Contoh Soal

Soal 1 : Apa artinya Nm 1 ?

Jawab : Untuk setiap berat 1 gram panjangnya 1m.

Soal 2 : Apa artinya Nm 30 ?

Jawab : Untuk setiap berat 1 gram panjangnya 30 meter.

Soal 3 : Benang kapas panjang 60 meter,beratnya 2 gram.

Jawab : Panjang 1 gram benang = ½ x 60 =30 meter. Jadi nomor benang tersebut Nm 30.

(e) Penomoran benang cara perancis (Nf)

Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran benang kapas. Satuan panjang yang digunakan ialah meter, sedang satuan beratnya ialah gram. Nf menunjukkan berapa meter panjang benang untuk setiap berat ½ gram. Penomeran cara Perancis dinyatakan sebagai berikut:

$$Nf = \frac{\textit{Panjang (P) dalam meter}}{\textit{Berat (B) dalam ½ gram}}$$

Contoh Soal
Soal 1 : Apa artinya Nf 1 ?
Jawab : Untuk setiap berat benang ½ gram, panjangnya 1 meter.

Soal 2 : Apa artinya Nf 20 ?
Jawab : Untuk setiap berat ½ gram panjangnya 20

(2) Penomoran benang secara langsung.
Cara penomoran ini kebalikan dari cara penomoran benang secara tidak langsung. Berdasarkan penomoran ini semakin kecil (halus) benangnya semakin rendah nomornya, sedangkan semakin kasar benangnya makin tinggi nomornya.

Penomeran cara Langsung dinyatakan sebagai berikut :

$$Nomor = \frac{(Panjang)}{(Berat)}$$

(a) Penomoran cara denier (D atau Td)
Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran benang-benang sutra, benang filamen rayon dan benang filamen buatan lainnya. Satuan berat yang digunakan ialah gram, sedang satuan panjangnya ialah 9000 meter. Data Td menunjukkan berapa gram berat benang untuk setiap panjang 9000 meter.

Penomeran cara Denier dinyatakan sebagai berikut:

$$D = \frac{\textit{Berat (B) dalam gram}}{\textit{Panjang (P) dalam 9000 m}}$$

Contoh Soal

Soal 1	:	Apa artinya D 1 ?
Jawab	:	Untuk setiap panjang 9000 m, beratnya 1 gram.
Soal 2	:	Apa artinya Td 20 ?
Jawab	:	Untuk setiap panjang 9000 meter, beratnya 20 gram.
Soal 3	:	Benang sutra panjangnya 2000 meter, beratnya 30 gram. Berapa D nya?
Jawab	:	Berat 9000 meter benang = (9000/2000) x 30 gram = 85 gram. Jadi nomor benang tersebut D 85.

(b) Penomoran cara *tex* (*tex*)

Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran segala macam benang. Satuan berat yang digunakan ialah gram, sedang satuan panjangnya ialah 1000 meter. Tex menunjukkan berapa gram berat benang untuk setiap panjang 1000 meter. Penomeran cara Tex dinyatakan sebagai berikut :

$$Tex = \frac{\textit{Berat dalam gram}}{\textit{Panjang (P) dalam 1000 m}}$$

(c) Penomoran cara jute (Ts)

Penomoran dengan cara ini digunakan untuk penomoran benang jute. Satuan berat yang digunakan ialah *pound*, sedang satuan panjangnya ialah 14.400 *yard*.

Ts menunjukkan berapa pound berat benang untuk setiap panjang 14.400 *yard*.

Penomeran cara jute dinyatakan sebagai berikut:

$$Ts = \frac{\text{Berat (B) dalam pound)}}{\text{Panjang (P) dalam 14.400 yard}}$$

Contoh Soal

Soal 1 : Apa artinya Ts 1 ?

Jawab : Untuk setiap panjang 14.400 *yard* beratnya 1 *pound*.

Soal 2 : Apa artinya Ts 20 ?

Jawab : Untuk setiap panjang 14.400 yard beratnya 20 *pound*.

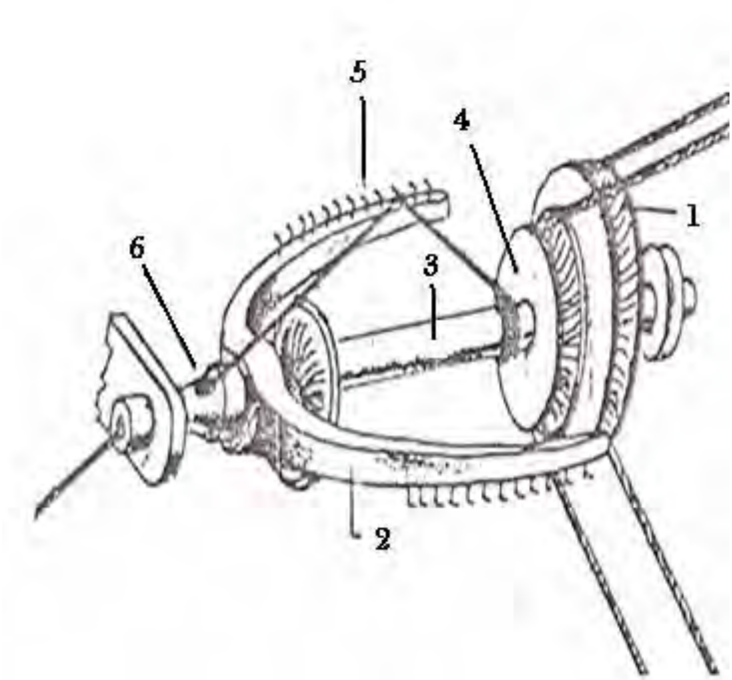
c. Proses Pembuatan Benang

Pada penjelasan terdahulu telah diuraikan mengenai prinsip pembuatan benang yang umumnya digunakan sejak jaman dahulu sampai sekarang, yaitu terdiri dari proses-proses peregangan serat, pemberian antihan dan penggulungan yang keseluruhannya disebut proses pemintalan. Selain itu, telah dijelaskan pula bahwa proses pemintalan yang sesungguhnya baru dilakukan setelah serat-serat mengalami proses-proses pendahuluan misalnya pembersihan, penguraian serat dari gumpalan-gumpalan dan lain-lain. Dahulu pembersihan dan penguraian serat hanya dilakukan menggunakan tangan, akan tetapi sekarang sudah menggunakan mesin mesin yang macamnya tergantung pada jenis serat yang digunakan. Untuk mempelajari macam macam mesin yang digunakan, perlu diketahui sistem yang digunakan pada proses pintal. Sistem-sistem tersebut antara lain:

1) Sistem Pintal *Flyer*

Prinsip kerja system pintal *flyer* adalag sebagai berikut:
Alat ini terdiri dari suatu *spindel* yang dapat diputar melalui roda pemutar *spindel* (1). Pada ujung *spindel* tersebut diterapkan *flyer* (2), sehingga apabila *spindel* berputar, *flyer* juga turut berputar. *Bobin* (3) di mana poros *spindel* dimasukkan, dapat berputar bebas dan dapat diputar tersendiri melalui roda pemutar *bobin* (4). Pada saat proses berlangsung, kelompok serat melalui puncak *flyer*, keluar

melalui lubang saluran benang (6) secara radial, lalu dibelitkan melalui kait pengantar benang (5) dari sayap *flyer* ke *bobin* (3) untuk digulung. *Bobin* dan *flyer* berputar dengan arah yang sama tetapi *bobin* lebih cepat sehingga terjadi penggulungan. Sedangkan putaran *flyer* digunakan untuk memberikan antihan pada benang.



Gambar 31. Sistem pintal *flyer*

Keterangan :
1. Roda Pemutar *Spindel*
2. *Flyer*
3. *Bobin*
4. Roda Pemutar *Bobin*
5. Kait Pengantar Benang
6. Lubang Saluran Benang

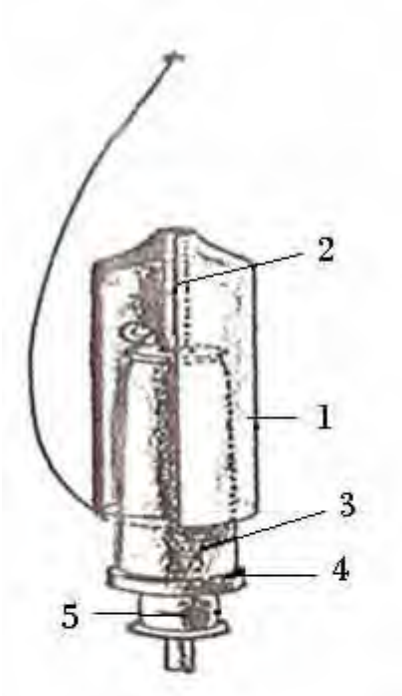
Sistem ini digunakan untuk memintal serat-serat panjang seperti *flax*, henep, wol yang panjang dan sebagainya. Dalam pembuatan benang kapas, biasanya mesin *roving* sebelum mesin pintal benang yang sesungguhnya.

2) Sistem Pintal Mule

Sistem pintal mule ini menggunakan prinsip seperti pembuatan benang dengan kincir. Perbedaannya ialah pada pembuatan benang dengan kincir peregangan serat-serat dan penggulungan benang dilakukan dengan menjauhkan tangan yang memegang gumpalan serat dan mendekatkan pada *spindel* pada saat penggulungan benang, sedangkan pada proses dengan sistem mule, *spindel*nya yang digerakkan dan didekatkan pada waktu penggulungan. Sistem ini banyak digunakan untuk membuat benang dari wol yang kasar sampai yang halus.

3) Sistem Pintal Cap

Untuk mempelajari prinsip ini dapat diikuti pada gambar berikut ini.



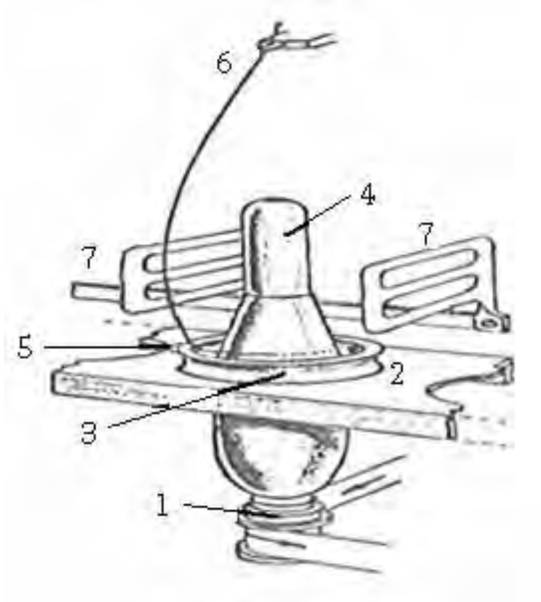
Gambar 32. Sistem pintal cap

Keterangan :
1. *Cap* atau topi
2. *Spindel*
3. Leher *Spindel*
4. Roda Pemutar Benang
5. *Bobin*

Cap atau topi berbentuk seperti bel (1) yang dapat diletakkan pada ujung *spindel* (2). Karena poros *bobin* menyelubungi *spindel*, *bobin* dapat diputar walaupun *spindel*nya diam. Pada *spindel* diterapkan leher (3) yang dilekatkan pada roda(4) di mana terdapat *bobin*(5), sehingga roda (4), leher (3) dan *bobin* dapat berputar bersama-sama. Benang yang berasal dari rol depan melalui pengantar digulungkan pada *bobin* (5) dengan bergeser pada *bobin cap* (1). Karena terjadi gesekan antara benang dan bibir *cap*, dengan berputarnya *bobin* benang dapat tergulung. Bibir *cap* berfungsi sebagai pengantar benang. Putaran benang mengelilingi bibir *cap*, menghasilkan putaran atau antihan pada benang. Sistem ini banyak digunakan pada pembuatan benang dari wol.

4) Sistem Pintal *Ring*

Sistem ini yang paling banyak digunakan untuk pembuatan benang. Hampir semua pabrik penghasil benang di Indonesia menggunakan sistem ini. System ini digunakan untuk serat serat yang relatif pendek, terutama serat kapas. Prinsip kerjanya dapat diikuti pada gambar di bawah ini. *Spindel* (1) diputar melalui pita. *Bobin* (4) yang berlubang dapat dimasukkan ke *spindel* sedemikian rupa, sehingga jika *spindel* berputar *bobin* turut pula berputar. Melingkari *bobin* tersebut terdapat ring (3) yang terletak pada landasan ring (2) yang dapat naik turun. Pada bibir ring dimasukkan semacam cincin kecil berbentuk “C” yang disebut *traveller* (5) dan berfungsi sebagai pengantar benang selama penggulungan. Agar benang tidak mengenai ujung *spindel* selama dipintal, di atas *spindel* dipasang pengantar benang (6) yang berbentuk seperti ekor babi. Benang dari rol depan melalui pengantar benang (6) selanjutnya digulung ke *bobin* yang lebih dahulu melalui *traveller* (5). Karena *bobin* berputar, *traveller* turut berputar mengelilingi bibir ring. Oleh karena *traveller* mengalami gesekan, putaran *bobin* lebih cepat dari pada *traveller*, sehingga terjadilah penggulungan benang pada *bobin* dan bersamaan dengan itu putaran *traveller* memberikan antihan pada benang.



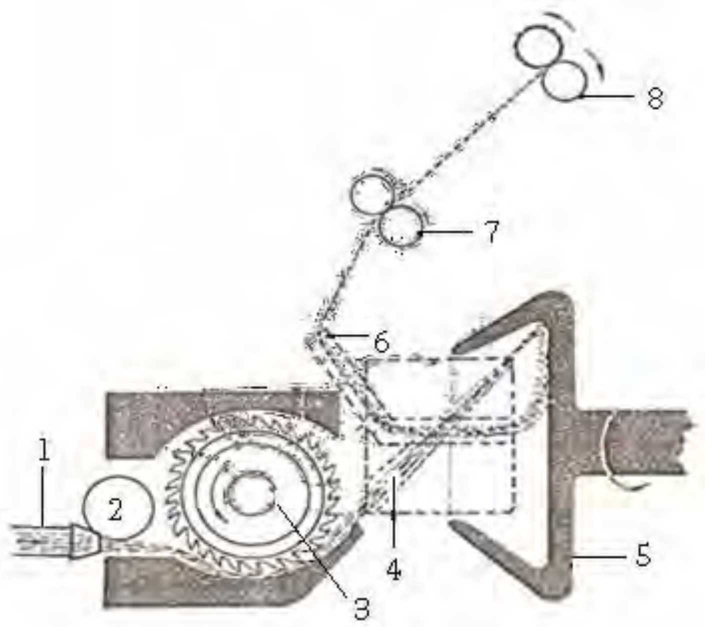
Gambar 33. Sistem pintal ring

Keterangan :
1. *Spindel*
2. Landasan Ring
3. Ring
4. *Bobin*
5. *Traveller*
6. Pengantar benang
7. Pemisah

Dasar-dasar perhitungan jumlah antihan, arah antihan dan hal-hal yang berhubungan dengan pemintalan ini akan diuraikan pada bab tersendiri.

5) Sistem Pintal *Open-end*
Sistem pintal *Open-end* adalah cara pembuatan benang dimana bahan baku setelah mengalami peregangan seolah-olah terputus (terurai kembali) sebelum menjadi benang.

Sistem ini berbeda dengan sistem yang diuraikan terdahulu. Pada sistem ini pemberian antihan tidak menggunakan putaran *spindel* tetapi dengan cara lain yaitu dengan menggunakangaya aerodinamik yang dihasilkan oleh putaran rotor. Salah satu prinsip pemintalan *Open-end* dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 34. Sistem Pintal Open-end

Keterangan :
1. Corong
2. Rol penyuap
3. Rol pengurai
4. Pipa
5. Rotor
6. Saluran
7. Rol pelepas
8. Rol penggulung

Bahan berupa *sliver* masuk melalui corong (1), diambil oleh rol penyuap (2), kemudian dimasukkan ke daerah penggarukan. Serat-serat diuraikan oleh rol pengurai, selanjutnya melalui pipa (4) disalurkan ke rotor (5). Oleh rotor (5) serat dikumpulkan sepanjang sudut bagian dalam rotor, kemudian serat-serat masuk ke saluran (6) di mana susunan serat-serat tersebut sudah menjadi benang yang antihannya ditentukan oleh rotor tersebut. Karena adanya perbedaan Antara putaran rotor dengan kecepatan tarikan rol pelepas (7), terjadilah antihan dan penggulungan. Dari rol pelepas (7) benang digulung pada *bobin* di atas rol penggulung (8).

Dengan sistem ini produksi jauh lebih tinggi dari pada sistem-sistem lain. Bahan baku dalam proses pembuatan benang adalah serat dan melalui proses pembukaan, pembersihan, peregangan dan pemberian antihan terbentuklah benang. Ditinjau dari panjang serat yang digunakan maka cara pembuatan benang digolongkan menjadi tiga sistem, yaitu :

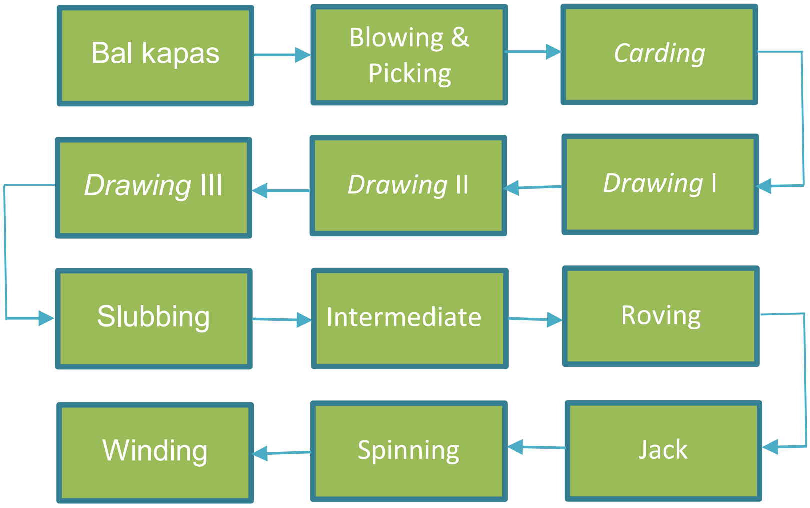
- Pembuatan Benang Sistem Serat Pendek
- Pembuatan Benang Sistem Serat Sedang
- Pembuatan Benang Sistem Serat Panjang

a) Pembuatan benang kapas

Ditinjau dari segi besarnya regangan atau urutan proses, ada beberapa macam cara pembuatan benang kapas, yaitu:

(1) Cara memintal dengan regangan biasa (*ordinary draft spinning system*)

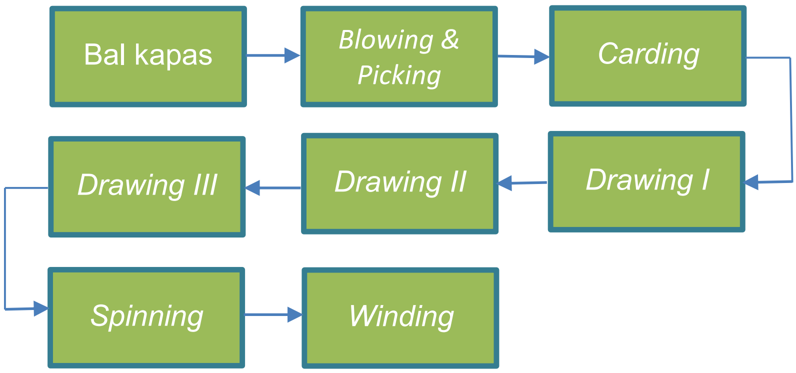
Pada urutan proses memintal dengan regangan biasa, terdapat tiga tahap pengerjaan di mesin *drawing*, bertujuan untuk mendapatkan persentase campuran yang lebih baik. Sedangkan proses yang dimulai dari mesin *slubbing, intermediate, roving* dan *jack* bertujuan untuk memberikan regangan pada *sliver*/*roving* secara bertahap, sehingga diperlukan cara memintal dengan regangan tinggi. Memintal dengan regangan biasanya digunakan untuk membuat benang yang halus, yaitu benang Ne_1 30 sampai dengan Ne_1 150. Urutan proses dapat digambarkan sebagai berikut:



Benang yang akan dihasilkan dari memintal dengan regangan biasa mempunyai kerataan yang baik. Karena kurang efisien dalam penggunaannya, system ini sekarang jarang dijumpai lagi.

(2) Cara memintal dengan regangan tinggi (*high draft spinning system*)

Cara memintal dengan regangan tinggi banyak dijumpai di pabrik pemintalan kapas di Indonesia. Urutan proses dapat digambarkan sebagai berikut :

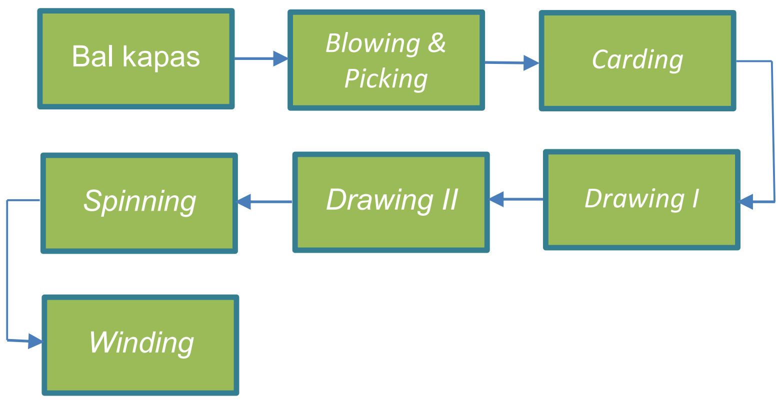


Perbedaannya dengan cara memintal dengan regangan biasa adalah terdapat dua tahap proses di mesin *drawing* dan satu tahap proses di mesin *flyer* atau yang biasa disebut *simplex*. Walaupun jumlah mesinnya lebih sedikit,

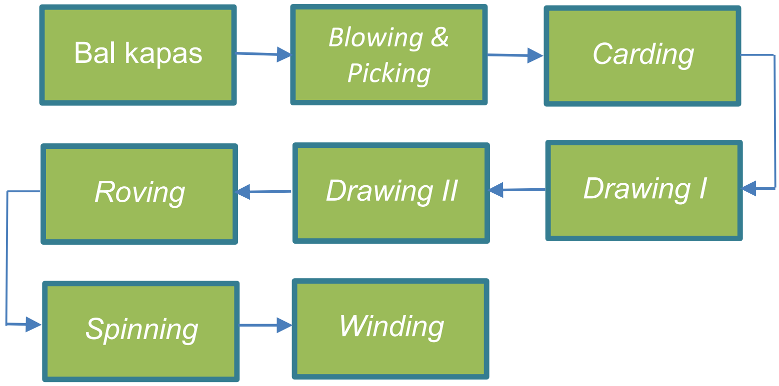
cara ini dapat menghasilkan benang yang nomornya sama dan tingkat kerataan benang yang baik karena konstruksi mesin yang sudah lebih baik.

(3) Cara memintal dengan regangan yang sangat tinggi (*super high draft spinning system*)

Cara memintal dengan regangan yang sangat tinggi juga banyak dijumpai di Indonesia. Proses kerjanya adalah sebagai berikut:



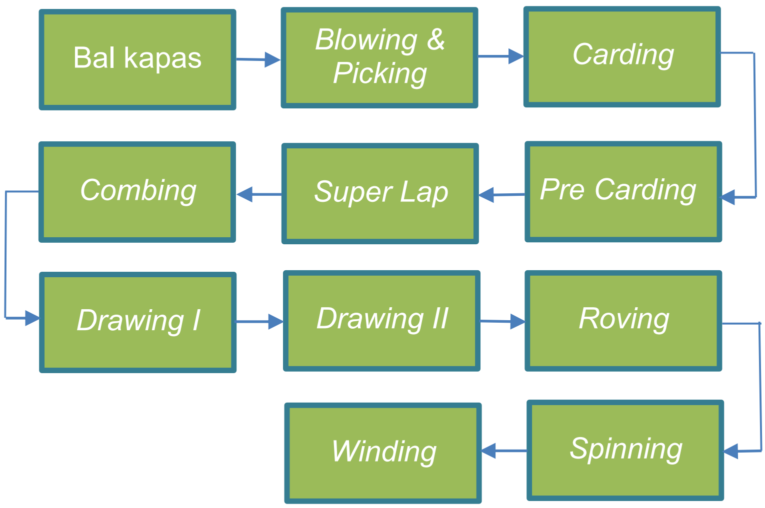
Urutan proses *system super hight draft* ini sangat berbeda dengan urutan proses yang lain. Perkembangan selanjutnya ialah usaha untuk memperbesar produksi dengan biaya yang sekecil kecilnya dengan cara memperbaiki konstruksi, menambah peralatan, mempertinggi kecepatan, dan menggunakan tenaga kerja sedikit mungkin. Pada saat ini telah dibuat *system hock*, yaitu kapas yang telah selesai diproses di mesin *blowing* tidak digulung menjadi *lap*, tetapi langsung ke mesin *carding* sampai dilayani oleh pekerja lagi. Urutan prosesnya sebagai berikut :



Selain cara tersebut di atas dewasa ini dikenal juga sistem baru yaitu *continous automatic spinning system*. Pada cara ini mesin *blowing, carding* dan *drawing* dirangkaikan menjadi satu sehingga dengan demikian dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja.

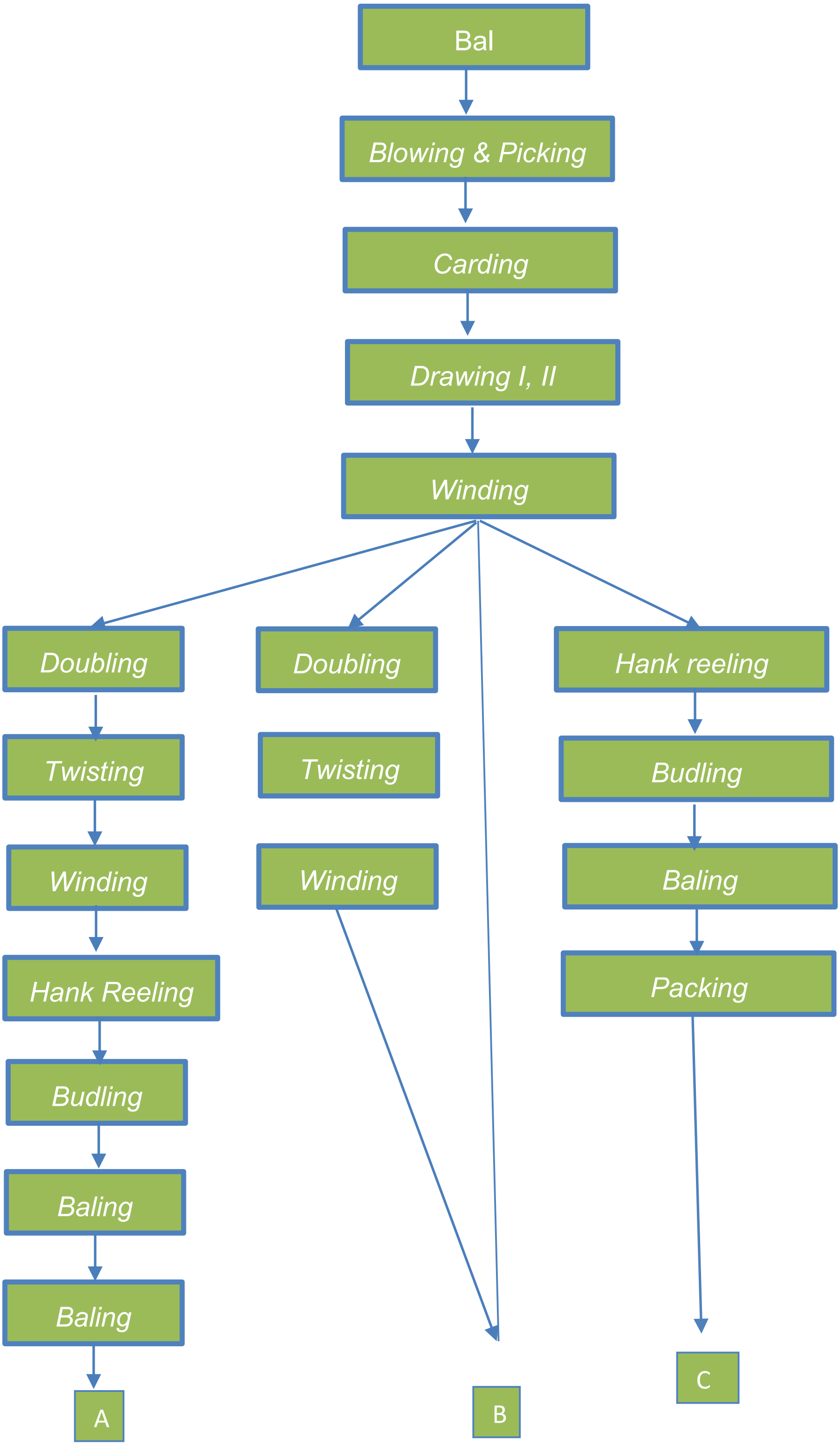
b) Pembuatan benang sisir (*combed yarn*)

Di pasaran dikenal dua macam benang kapas, yaitu : benang garu (*carded yarn*) dan benang sisir (*combed yarn*).



Pada proses pembuatan benang garu, kapas setelah melaui proses di mesin *carding* terus dikerjakan di mesin *drawing* seperti urutan proses yang telah diuraikan di atas, sedangkan

pada proses pembuatan benang sisir, kapas setelah melalui proses di mesin *carding* harus melalui proses di mesin *drawing*. Pada mesin *combing* terjadi proses penyisipan untuk memisahkan serat-serat pendek yang biasanya berkisar antara 12 % sampai dengan 18 % (sesuai kebutuhan) untuk dibuang sebagai *comber noil*. Benang *combing* biasanya digunakan untuk keperluan kain rajut, benang jahit atau kain yang bermutu tinggi. Urutan proses pembuatan benang sisir dapat digambarkan sebagai berikut:


Bal
Blowing & Picking
Carding
Drawing I, II
Winding
Doubling
Twisting
Winding
Hank Reeling
Budling
Baling
Baling
A
Doubling
Twisting
Winding
B
Hank reeling
Budling
Baling
Packing
C

Keterangan :

A. Benang gintir dalam bentuk untaian yang di bal

B. Benang tunggal dan benang gintir dalam bentuk gulungan *cones*

C. Benang tunggal dalam bentuk untaian yang di bal

c) Pembuatan Benang Wol

(1) Sistem Pembuatan Benang Wol Garu (woolen spinning)

Sistem pemintalan *woolen* berbeda bengan sistem pemintalan lainnya dan mempunyai ciri-ciri yang khusus pula, antara lain:

- Benangnya kasar dan empuk;
- Letak untaian serat-serat yang membentuk benang tidak teratur;
- Mengkeret besar dan elastisitas rendah;
- Bahan baku serat wol rendah berasal dari macam macam limbah serat, limbah benang atau limbah kain, yang kemudian digaru dan kadang dicampur dengan serat-serat kain (misalnya serat sintetis).

Urutan proses pemintalan benang wol garu :

Bahan Baku Serat Wol

↓

Penyortiran

↓

Pembukaan & Pembersihan (*Opening & Cleaning*)

↓

Pencucian (*Washing*)

↓

Pengeringan (*Drying*)

↓

Karbonisasi (*Carbonization*)

↓

Penggarukan / Penguraian (*Tearing into Fiber*)

↓

Pencampuran & Peminyakan (*Mixing & Oiling*)

↓

Ring Spinning

Urutan Proses Pemintalan Benang Wol Garu

Keterangan :

- *Sortir*
  Bertujuan untuk memisahkan setiap jenis bahan menurut klasifikasi tertentu agar mendapatkan kwalitas bahan yang sama.

- *Opening dan cleaning*
  Bertujuan untuk :
  - pembukaan setelah pencelupan;
  - pembukaan persiapan sebelum pencampuran;
  - pembukaan bahan sebelum pencucian;
  - pembersihan karbon setelah proses *carbonization;*
  - pembersihan kotoran-kotoran.

- *Washing*
  Bertujuan untuk membersihkan kotoran serta minyak yang menempel pada serat wol dan dikerjakan pada larutan sabun atau soda pada suhu 40°C selama ± 6 jam.

- *Drying*
  Drying adalah proses yang dilakukan pada:
  - Pengeringan yang dilakukan terhadap bahan yang telah mengalami proses pencucian dan karbonisasi sehingga kadar air tinggal ± 20 %.
  - Pengeringan persiapan karbonisasi. Pengeringan ini hanya dilakukan pada bahan benang wol garu.

- *Carbonization*
  Bertujuan untuk :
  - Memisahkan hasil tembahan *noil*, limbah benang dan serat-serat lain yang mungkin tercampur, seperti serat kapas, dan serat sintetis.
  - Memisahkan kotoran-kotoran yang menempel pada serat wol antara lain kulit, biji, ranting yang berasal dari senyawa selulosa. Proses

karbonisasi dapat menggunakan larutan asam sulfat *(wol carbonization).*

- *Tearing into fiber*
  Bertujuan untuk menguraikan serat-serat menjadi bentuk yang dapat dipintal yang berasal dari bahan baku yang berupa limbah benang maupun limbah kain. Agar tidak terlalu banyak serat yang putus-putus, biasanya terlebih dahulu dilakukan peminyakan terhadap bahan baku yang akan disiapkan. Jenis mesin yang digunakan adalah :
  - *Rag machine*
    Dalam proses ini bahan yang berasal dari limbah kain diuraikan dalam bentuk serat-serat tanpa banyak mengalami kerusakan serat yang cukup berarti sehingga memudahkan dalam proses berikutnya. Proses ini bertujuan agar limbah benang atau bahan yang berasal dari mesin *rag* dapat dibuka dan diuraikan.
  - *Opening card*
    Bagian bahan yang belum sempurna terbuka dan terurai pada proses mesin *garnett* atau bahan sebelum pencelupan dapat lebih terbuka dan terurai dengan dikerjakan pada mesin *carding*.

- *Mixing dan oiling*
  Bertujuan untuk :
  - mendapatkan campuran yang homogen dan setiap jenis kualitas bahan baku yang akan diolah;
  - mendapatkan jumlah kandungan minyak yang merata dalam bahan;
  - mendapatkan harga pokok bahan baku yang rendah;

- *Carding*
  Bertujuan untuk :
  - menguraikan gumpalan-gumpalan serat menjadi serat-serat individu.

- mencampur setiap jenis bahan dengan baik.
- mendapatkan *sliver* yang rata.

- *Ring spinning*

  Wolen spinning dikenal dengan dua cara, yaitu :
  - intermitten spinning machine
  - continous spinning machine

  yang pertama adalah *mule spinning*, sedangkan yang kedua adalah *ring spinning*.

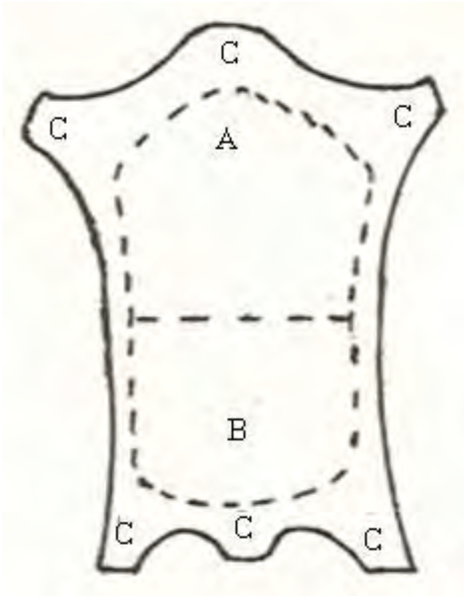
d) Pembuatan benang wol sisir

Prinsip dasar pemintalan sistem ini sama dengan sistem pemintalan kapas dan sutra. Bahan baku serat wol mengalami pengaliran untuk menghilangkan kotoran-kotoran, pensejajaran dan pelurusan serta pemintalan serat pendek sehingga diperoleh benang yang berkilau dan rata permukaannya. Umumnya diperlukan serat yang panjang serta kehalusan sama. Perbedaan utamanya dengan sistem pemintalan kapas adalah urutan prosesnya. Pada proses ini serat wol terlebih dahulu mengalami proses pengerjaan secara kimiawi dengan jalan pemasakan untuk menghilangkan bekas-bekas keringat dan kotoran lain. Selain itu jumlah susunan dan jenis urutan mesin lebih banyak sistem pemintalan *worsted*. Menurut sifat bahan bakunya, pemintalan *worsted* dapat dibagi dalam dua cara, yaitu:

(a) Cara pemintalan *worsted inggris* (*bradford*)

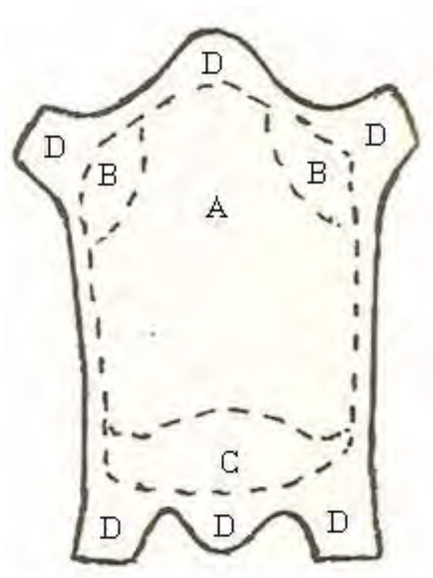
(b) Cara pemintalan *worsted perancis* (*continental*)

Umumnya untuk serat wol panjang digunakan cara Inggris dan untuk serat wol pendek digunakan cara Perancis.



Gambar 35. Pengelompokan serat wol berdasarkan 3 kelas

Keterangan :
A. untuk 64's A. untuk 50's
B. untuk 60's B. untuk 56's
C. untuk *pieces*



Gambar 36. Pengelompokan serat wol berdasarkan 4 kelas

Keterangan :
A. untuk 64's A. untuk 50's
B. untuk 60's B. untuk 56's
C. untuk pieces C. untuk 46's
D. untuk *pieces*

Urutan proses pemintalan benang wol sisir :

- Sortir
  Pemisahan atau pengelompokan yang bertujuan untuk mendapatkan kualitas hasil benang yang sesuai tujuannya. Pengelompokan ini didasarkan atas kehalusan, panjang, kekuatan, keriting (*crimp*), warna serat, dan sebagainya. Dan setiap lembaran yang berasal sari seekor biri-biri dikelompokkan menjadi 3–4 kelas (lihat gambar di atas).

- *Washing*
  Bertujuan untuk menghilangkan kotoran–kotoran serta lemak-lemak yang melekat pada serat wol. Pencucian dilakukan dengan menggunakan alkoli dan sabun.

- *Drying*
  Serat wol yang telah mengalami pencucian kemudian dikeringkan agar satu sama lain saling membuka.

- *Oiling*
  Bertujuan agar serat-serat yang telah mengalami pengeringan tidak mudah patah/rusak (getas) pada serat proses *caring* dan juga menghindari listrik statik dan serat-serat lebih lentur dan mempunyai sifat lenting yang baik. Persentase peminyakan biasanya berkisar antara 2–3 % dari berat kering.

- *Carding*
  Bertujuan untuk :
  - Menguraikan gumpalan serat-serat wol yang telah megalami pencucian dan pengeringan menjadi serat serat individu.
  - Memisahkan serat-serat pendek dan yang panjang serta menghilangkan kotoran-kotoran.

- Meluruskan sertamensejajarkan serat.
- Membuat *sliver* atau *lap*.

Jenis mesin *carding* yang digunakan dalam proses pemintalan benang wol sisir adalah *roller card.* Mesin *carding* jenis ini berbeda dengan mesin *carding* yang digunakan untuk proses kapas. Hasil akhir mesin *Carding* yang berupa *sliver* langsung ditampung dalam *can* kemudian digulung dalam bentuk bal atau gulungan (bal). Hasil perangkapan *web* dari 8–10 buah mesin *carding*.

- *Combing*

  Bertujuan untuk :
  - Memperbaiki kerataan panjang serat.
  - Memisahkan serat-serat pendek dan kotoran yang masih melekat dengan jalan penyisiran.
  - Mensejajarkan serta meluruskan serat-serat.

  Sliver yang dihasilkan dari proses pada mesin *combing* ini lebih rata dan biasanya disebut "*TOP*". Proses *combing* ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu : cara Inggris dan cara Perancis. Cara Perancis biasanya digunakan untuk proses serat wol merino, sedang cara Inggris digunakan untuk serat wol Inggris. Sebelum proses dilanjutkan, *top* yang dihasilkan dari proses *combing* terlebih dahulu mengalami proses pencucian pada mesin *back washing*.

  Tujuan pencucian ini adalah sebagai berikut :
  - menghilangkan kotoran-kotoran serat minyak yang melekat agar didapatkan hasil celupan yang baik;
  - menjaga kemungkinan terjadinya perubahan warna, karena adanya reaksi kimia dari sisa kotoran minyak apabila terjadi penyimpanan yang lama;
  - *Top* sebagai bahan setengah jadi yang juga diperjual belikan harus lebih baik kualitasnya maupun kenampakkannya.

- *Drawing*

  Bertujuan untuk :

  - meluruskan serta lebih mensejajarkan letak serat-serat ke arah sumbu *sliver*.
  - mengurangi ketidakrataan *sliver* dengan jalan perangkapan. Proses *drawing* biasanya dilakukan pada mesin *gil box*. Sesuai dengan sifat bahan baku dan hasil benang yang diinginkan proses *drawing* ini dapat dilakukan dalam beberapa cara, yaitu :
    - *Fench drawing*
    - *English drawing (disebut* juga *Brag Ford System)*
    - *Anglo-Continental drawing*
    - *American drawing*
    - *New English System* atau *Raper System drawing*

    French drawing digunakan untuk memproses *dry top* yang berasal dari serat wol merinoyang halus dan pendek. *English drawing* digunakan untuk memproses oil top. *Anglo-continental drawing* dapat digunakan untuk memproses *dry top* maupun *oil top*. *American drawing* mempunyai susunan sangat sederhana. *New english system* menggunakan *auto leveller* sehingga menghasikan *sliver* yang rata dan merupakan suatu sistem yang terbaru.

    Susunan mesin *drawing* besar nilai regangan dan jumlah rangkapan tergantung pada cara yang digunakan serta sifat serat wol yang diolah. Hal ini biasa digunakan pada cara Inggris dan Perancis untuk bahan serat wol yang halus dan putih yang terdiri dari susunan. Untuk serat-serat wol medium terdiri dari 7 susunan mesin *drawing*, sedangkan untuk serat-serat wol panjang, mohair, dan lain sebagainya terdiri dari 6 susunan mesin *drawing*. Hasil akhir dari mesin *drawing* ini merupakan *Roving*. Sebelum dilakukan proses *drawing* pertama-tama dilakukan pemilihan *top*. Pemilihan didasarkan pada kualitas dan harga *top* serta kwalitas benang yang akan dihasilkan.

- *Ring Spinning*

  Sama halnya dalam proses pembuatan benang kapas, pada proses di mesin *ring spinning* ini bertujuan untuk melakukan peregangan (*drafting*), penggintiran *(twisting*) dan penggulungan (*winding*) terhadap *roving* untuk mendapatkan benang yang rata. Karena *roving* dalam sistem *worsted spinning* ada yang berasal dari cara *drawing Inggris* (yang mempunyai antihan) dan cara *drawing Perancis* (yang tidak mempunyai antihan), maka mesinr r*ing spinning* pun disesuaikan dengan jenis *roving* yang diolah. Jenis mesin r*ing spinning* terdiri dari:

  - Mesin *spinning flyer (flyer spinning frame)*
  - Mesin *spinning cap (cap spinning frame)*
  - Mesin r*ing spinning (ring spinning frame)*
  - Mesin m*ule spinning (mule spinning frame)*

  Mesin *spinning flyer*, mesin *spinning cap* dan mesin ring spining digunakan untuk mengolah *roving* yang berasal dari cara *drawing* Inggris dan menghasikan benang yang berkilau. Mesin r*ing spinning* dan mesin m*ule spinning* digunakan untuk mengolah *roving* yang berasal dari cara *drawing* Perancis yang tidak mempunyai antihan dan menghasilkan benang yang empuk.

e) Pembuatan benang rami

(1) Bahan baku

(a) Jenis tanaman

Bahan baku benang rami adalah *Boehmeria nivea* yang termasuk dalam jenis tanaman tropis/subtropis. Dikenal dua macam rami, yaitu rami kuning dan rami hijau.

Rami kuning lebih baik dari rami hijau, karena menghasilkan serat yang lebih lemas.

(b) Penanaman

Untuk menanam *Boehmeria nivea* diperlukan tanah yang lekat dan tercampur pasir. Bila tanah terlalu lembab, akar-akarnya mudah menjadi rusak. Cara penanaman adalah dengan setek *rhizjoma* berbaris berjarak kira-kira 15 cm antara satu dengan lainnya, sedangkan jarak antar barisnya kira-kira 60 cm.

(2) Proses pengolahan bahan baku menjadi benang

Proses pengolahan bahan baku menjadi benang diuraikan sebagai berikut:

(a) Pemotongan 2–4 kali pemotongan per tahun. Panjang hasil pemotongan pertama dan kedua kira-kira 2 meter, dan pemotongan ketiga kira-kira 1½ meter.
(b) Pengambilan serat dari batangnya. Pengelupasan ini dilakukan dengan mesin *decorticator.*
(c) Penjemuran pada sinar matahari.
(d) Penyikatan dengan *brushing machine*.
(e) Penyortiran sesuai dengan kualitasnya.
- Grade istimewa mempunyai panjang 90 cm, bersih tanpa cacat, berwarna putih.
- Grade pertama mempunyai panjang 90 cm, tidak bersih sempurna.
- Grade kedua mempunyai panjang 75–90 cm.
- Sisa mempunyai panjang dari 60 cm.

(f) *Degumming* : menghilangkan getah dengan cara pemasakan dengan menggunakan kaustik soda. Biasanya, sebelum dimasak dilakukan pelunakan terlebih dahulu.
(g) *Crushing* : yaitu menumbuhkan agar serat-seratnya terurai dan terlepas satu sama lainnya serta menghilangkan kotoran yang melekat sambil terus menerus disemprot dengan air. Setelah itu bahan tersebut diberi minyak (lemak hewan) untuk memudahkan dalam proses pemintalan.
(h) Pengeringan pada pesemaian di udara terbuka.
(i) Pelemasan, yaitu penghalusan sambil pencabikan (*unravelling*) agar serat serat lebih terbuka. Kemudian dilakukan peminyakan untuk kedua kalinya dan baru diletakkan dalam ruang kondisi (*conditioning room*).
(j) *Filling machine*, dimana serat diletakkan pada permukaan silinder, kemudian pemotongan serat-serat yang terlalu panjang sehingga merupakan rumbai-rumbai.
(k) *Dressing machine*, di mana dilakukan penyisiran dan perapihan sehingga didapat pemisahan serat-serat panjang dan pendek.

(l) *Picking,* yaitu penyortiran serat-serat menjadi lempengan-lempengan (setelah dibuang kotoran-kotoran yang mungkin masih melekat padanya).
(m) *Spreading machine*, dimana dilakukan peregangan dan pelurusan serat dengan menggunakan semacam mesin g*ill box*.
(n) *Setting frame*, yang berfungsi hampir sama dengan *spreading machine* yaitu untuk lebih mensejajarkan letak serat-serat serta menentukan ukuran *sliver*nya.
(o) *Drawing frame*, yang berfungsi dengan *setting frame*. Pada *drawing frame* dilakukan perangkapan untuk mengurangi ketidakrataan.
(p) *Roving frame*, dimana *roving* mulai diberi antihan terhadap hasil mesin sebelumnya serta sedikit regangan sebagai persiapan menjadi benang dengan nomor tertentu.
(q) *Ring spinning,* dimana terjadi proses peregangan, antihan dan penggulungan pada *bobin*, dan hasilnya berupa benang.

(3) Sifat rami dibandingkan dengan serat kapas
Perbandingan antara sifat rami dan kapas adalah sebagai berikut:

(a) Kekuatan rami lebih besar daripada kekuatan kapas 50
(b) Persentase mulur rami hampir sama dengan kapas.
(c) Rami lebih baik dari pada kapas.
(d) Persentase penambahan kekuatan rami dalam keadaan basah lebih besar daripada kapas.
(e) Rami lebih cepat menyerap dari pada kapas.
(f) Serat rami lebih kasar dari pada serat kapas (sekitar 5–8 denier).

(4) Kegunaan serat rami
Rami digunakan untuk bahan topi wanita, kemeja, saputangan, serbet, taplak meja dan lain-lain.
Pencampuran dengan serat-serat lain:

(a) Dalam pembuatan benang-benang campuran (*blended yarn*) biasa dicampur dengan tetoron (poliester) atau kapas.

(b) Nomor benang yang bisa dibuat adalah Ne_1 30'S -Ne_1 40'S, bahkan kadang-kadang untuk bahan yang berkualitas tinggi sampai dengan Ne_1 60'S.

(c) Persentase campuran biasanya:
- Poliester 65 % dan rami 35 %
- Kapas 80 % dan rami 20%

Komposisi/persentase campuran dapat diatur sesuai dengan kegunaan barang jadinya.

f) Pengolahan benang sutra

(1) Bahan baku

Sutra adalah salah satu serat alam yang berasal dari hewan, yaitu ulat sutra. Serat terbentuk pada saat ulat sutra akan berubah menjadi kepompong dan kemudian ngengat. *Lap*isan-*lap*isan serat sutra pada terbentuk saat proses pembuatan kokon. Serat sutra merupakan satu satunya serat alam yang berbentuk filamen. Filamen adalah serat yang kontinyu. Pengambilan serat dilakukan dengan jalan menguraikan kokon dengan alat yang biasa disebut mesin *reeling*. Ada dua jenis serat sutra, yaitu :

- *Cultivated silk*, yaitu serat sutra yang dihasilkan dari ulat sutra yang dipelihara dengan saksama. Pemeliharaan dilakukan dari mulai telur ulat menetas sampai dengan masa pembuatan kokon.
- *Wild silk*, yaitu serat sutra yang dihasilkan dari ulat sutra yang tidak dipelihara, yaitu ulat sutra yang memakan daun pohon oak.

(a) Pengolahan kokon

Proses pengolahan kokon menjadi benang sutra dilaksanakan sebagai berikut:

- Proses persiapan.
  Kokon yang tidak akan menjadi bibit, dikumpulkan untuk dimatikan kepompongnya agar tidak menjadi kupu-kupu yang akan menerobos kokon. Bila kokon diterobos, maka filamen akan rusak.
- Penjemuran dibawah sinar matahari selama beberapa jam.
- Penggunaan aliran uap air pada ruangan yang berisi kokon. Suhu di dalam ruangan kokon harus dijaga tetap berada antara 65°C-75°C.

Pengerjaan dilakukan selama 15–25 menit. Setelah dimatikan kepompongnya, kemudian kokon dikeringkan dalam ruangan pengering.

- Penggunaan aliran udara panas. Cara ini dilakukan dalam suatu alat atau ruang pengeringan. Suhu ruang pengering diatur mulai 50°C berangsur-angsur naik sampai dengan ± 95ºC. Pengerjaan dilakukan selama 20–30 menit.
- Penggunaan obat-obatan.

(b) Proses pemilihan kokon

Kokon yang telah dimatikan kepompongnya sebelum mengalami proses, perlu dipilih terlebih dahulu di bagian penyortiran. Pekerjaan penyortiran meliputi:

- Pembersihan dan pengupasan serat-serat bagian luar kokon;
- Pemisahan kokon yang besar dan kecil;
- Pemisahan kokon cacat dan kotor.

(2) Pembuatan benang dengan mesin *reeling*

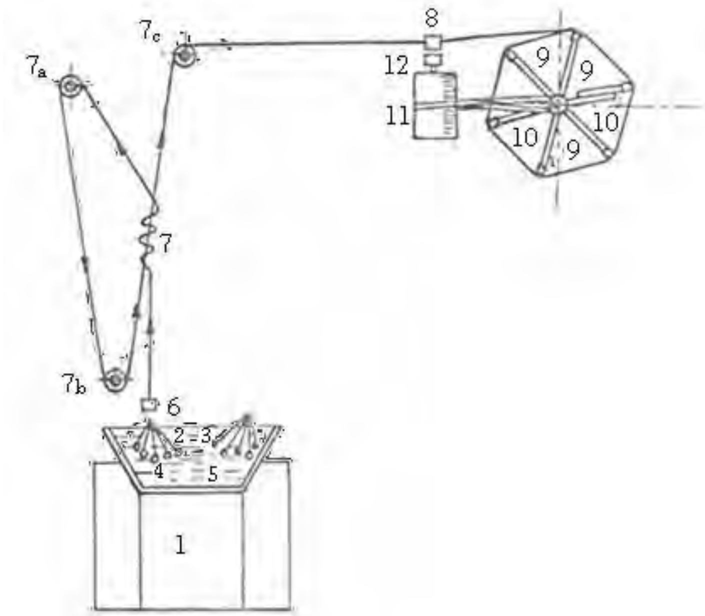
Sebelum dapat diuraikan menjadi benang pada mesin reeling, kokon terlebih dahulu harus dimasak dengan air panas yang bersuhu ± 95ºC selama 1–2 menit. Pemasakan ini dilakukan agar ujung-ujung serat filamen sutra mudah dicari dan diuraikan pada saat *reeling*. Penguraian dan pencarian ujung filamen dilakukan dengan peralatan sikat yang berputarputar pada mesin *reeling*. Air yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- bersih, jernih dan bebas dari macam-macam kotoran.
- sedapat mungkin netral atau sedikit alkalis dengan pH 6,8 – 8,5.
- kesadahan diantara 8º–10º, kesadahan Jerman.
- sisa penguapan 0,15–0,2 gr/1.

Pada mesin *reeling* konvensional sejumlah ujung filamen dari beberapa buah kokon, disatukan dan ditarik melalui pengantar, kemudian digulung pada kincir atau *haspel*. Filamen dapat diberi sedikit antihan agar dapat saling berpegangan satu sama lainnya. Setiap pekerja dapat memegang mesin *reeling* sampai dua puluh mata pintal.

Biasanya setiap mata pintal terdiri dari 5–8 buah kokon. Pada mesin *reeling* otomatis yang dilengkapi dengan alat pencari dan penyuap filamen secara mekanis, seorang pekerja dapat memegang 400–600 mata pintal, dengan kemampuan produksi 3–4 kali mesin *reeling* konvensional. Serat yang dihasilkan digulung dalam bentuk *streng*, kemudian dibundel dengan ukuran berat± 6 *pound*, yang disebut "*books*". Selanjutnya *books* ini dipak dalam bentuk bal, yang dapat langsung dikapalkan. Benang sutra tersebut setelah sampai di pabrik pertenunan atau perajutan, sebelum digunakan biasanya dilakukan pengerjaan-pengerjaan persiapan sebagai berikut :

- Penggulungan kembali pada *spool*
- Penggintiran dengan mesin gintir
- Untuk memantapkan antihan terlebih dahulu dimasukkan k edalam kamar uap selama ±30 menit
- Penghilangan serisin pemintalan dengan mesin *reeling* dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu :
  - Cara Itali atau cara *tavelle*, di mana sekelompok filamen kokon dipersatukan dan dililitkan satu sama lain untuk mendapatkan benang yang rata dan daya lekat yang tinggi antar filamen-filamennya. Cara ini banyak digunakan di Indonesia.
  - Cara Perancis atau cara *chambron* dimana dua kelompok filamen kokon dililitkan satu sama lain, kemudian lilitan tersebut dipisahkan kembali untuk digulung pada dua kincir yang terpisah. Di bawah ini digambarkan salah satu contoh mesin *reeling* Sutra.



Gambar 37. Skema reeling sutra

Keterangan :
1. Pemanas
2. Filamen kokon
3. Kokon yang siap untuk disuapkan
4. Kokon yang serat-seratnya belum terurai
5. Larutan kimiawi sebagai pelunak
6. Pengantar porselin
7. Persilangan filamen
8. Mata pengantar *traverse*
9. Kincir atau *haspel*
10. Tangan kincir angin dapat ditekuk
11. Drum
12. Ujung batang peluncur

(3) Limbah sutra

Limbah sutra terdiri dari:

- Limbah yang terjadi pada saat pengerjaan pada mesin *reeling.*
- Bagian dalam kokon yang tidak berguna.
- Limbah kokon cacat yang filamennya terputus.
- Limbah yang terjadi pada saat pengerjaan penggintiran pada mesin gintir.

Limbah sutra tersebut di atas kemudian dipak dan dikirimkan ke pabrik pemintalan dalam bentuk bal. Sebelum dikerjakan, limbah ini terlebih dahulu dibersihkan dan dimasak (*degumming*) yang dapat dilakukan dengan dua cara/proses,yaitu:

- Proses Inggris, yaitu dengan memasak atau merebusnya dalam larutan sabun. Larutan ini melarutkan serisin dan menghasilkan filamen halus.
- Proses kontinental, yaitu dengan menggunakan teknik fermentasi padamana ± 20% dari serisinnya masih terkandung dalam bahan sutra tersebut. Bahan sutra yang telah mengalami pemasakan selanjutnya dikerjakan dengan mesin-mesin yang sama seperti pada proses pengerjaan wol dan serat-serat *staple* lainnya. Serat-serat mengalami pengerjaan pembukaan, penguraian, peregangan, dan penyisiran. Kemudian serat tersebut disuapkan pada mesin *roving* dan mesin *ring spinning* serta *twisting*. Hasil benangnya disebut *spun silk*.

g) Pembuatan benang sintetik

Serat buatan mula-mula dibuat dengan jalan percobaan (di Eropa pada tahun 1857). Produksi secara komersil dimulai pada tahun 1910 (di Amerika). Jenis serat buatan diantaranya : rayon, asetat, poliester, acrilat dan lain-lain.

h) Pengolahan serat buatan

Proses pemintalan serat buatan atau serat sintetis dikenal dalam tiga cara, yaitu :

- Pemintalan basah (*wetspinning*).
- Pemintalan kering atau larutan (*dry or solvent spinnin*g).
- Pemintalan leleh (*meltspinning*).

Ketiga cara tersebut di atas pada dasarnya adalah sama, karena prosesnya berdasarkan atas tiga tingkat, yaitu :

- Penghancuran dan pelarutan atau pelelehan bahan baku untuk membuat larutan;
- Penyemprotan larutan yang dihasilkan melalui *spinneret* untuk membentuk serat;
- Pemadatan serat dengan jalan pembekuan, penguapan atau pendinginan.

Spinneret adalah bagian peralatan yang sangat penting. *Spinneret* mempunyai bentuk mulut pipa yang berlubang-lubang kecil sekali dan lebih kecil dari diameter rambut manusia. *Spinneret* tersebut dibuat dari platina atau logam sejenis yang tahan terhadap larutan asam dan tahan retak oleh larutan pada saat mengalir. Bentuk serat yang dihasilkan ada tiga macam, yaitu filamen, filamen *tow*, dan *stapel*.

- Serat filamen adalah serat yang dihasilkan dari *spinneret* yang mempunyain lubang ± 350 buah atau kurang, sesuai dengan diameter benang yang dihasilkan. Jumlah lubang *spinneret* menunjukkan jumlah filamen yang terdapat pada benang. Setiap serat yang keluar dari lubang *spinneret* setelah dipadatkan segera disatukan dengan memberi antihan dalam membentuk sehelai benang filamen yang kontinyu.

- Filamen *tow* adalah seratvyang dihasilkan daripemintalan filamen *spinneret* yang mempunyai lubang maksimum 3000 buah. Hasil produksi dari 100 buah *spinneret* atau lebih dikumpulkan menjadi satu yang merupakan seutas tali yang besar yang disebut filamen *tow*.

- Filamen *tow* yang dihasilkan tersebut kemudian dibuat keriting dan dijadikan *stapel* dengan jalan pemotongan dalam ukuran panjang tertentu. Panjang *stapel* biasanya disesuaikan dengan panjang serat kapas atau wol. Selanjutnya *stapel* ini dipak menjadi bentuk bal dan kemudian dibawa ke pabrik pemintalan untuk dijadikan benang (*spunyarn*). Sistem pemintalannya sama dengan sistem pemintalan kapas (*conventional spinning system*).

i) Pembuatan benang dari serat buatan

Benang dalam arti yang umum adalah untaian serat yang tidak terputus-putus saling berkaitan dengan antihan dan mempunyai diameter tertentu. Benang diklasifikasikan menjadi:

(1) Benang filamen (*continuous filamen yarn*), yaitu benang yang berasal dari serat filamen.

(2) Benang pintal (*spun yarn*), yaitu benang yang terbuat dari serat *stapel*, baik serat alam maupun buatan.

(3) Benang filamen. Semua benang filamen kecuali sutra dihasilkan dengan cara pemintalan kimiawi (*chemical spinning*). Pemintalan kimiawi meliputi proses yang dimulai dari penyemprotan serat dari lubang-lubang *spinneret* sampai pada penggulungan benang dalam bentuk *cone* atau *cheese*. Hasil dari penggulungan ini dapat digunakan dalam proses selanjutnya, seperti pernenunan atau perajutan. Benang filamen ada yang diberi antihan dan ada yang tidak. Untuk dapat lebih menyempurnakan sifat-sifatnya (sesuai dengan kegunaannya), dilakukan suatu proses sehingga letak setiap individu filamen tidak lagi dalam keadaan teratur, melainkan tidak beraturan dan hasilnya disebut *texturized filament yarns*.

Ada dua macam *texturized yarns* yaitu:

- Benang ruwah/*bulk*. Untuk mendapatkan benang dengan pegangan yang empuk (*soft*), maka dibuat benang yang tidak padat, yang disebut benang *bulk*. Benang *bulk* ini dapat dihasilkan dengan memberikan sedikit atau tanpa antihan sama sekali terhadap benang filamen. Agar kelihatan sifat-sifat ruwahnya, serat filamen tersebut dibuat keriting atau berbentuk seperti per dengan proses thermoplastis. Hasilnya adalah benang yang mengembang dan tidak padat karena masing-masing serat menempati volume yang besar. Benang ruwah ini sangat cocok untuk kain rajut, seperti *jumper*, kain Hi-Sofi, dan sebagainya.

- Benang *stretch* (*stretchyarn*). Pembuatan benang *stretch* ini pada hakekatnya mempunyai prinsip yang sama dengan benang ruwah. Hanya saja struktur masing-masing filamen dibuat sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi seperti per, misalnya dengan dibuat keriting atau dibentuk seperti *helix*. Dengan demikian, apabila ditarik filament akan mudah mulur dan apabila tarikan dilepaskan akan kembali ke panjang semula. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk pembuatan benang *stretch*.

Salah satu diantaranya ialah apa yang kita kenal dengan *twistuntwistmethode*, yaitu dengan menggunakan mesin false-twister. Prinsip cara ini ialah benang filamen diberi antihan yang tinggi, kemudian dimantapkan antihannya dengan pemanasan. Karena sifat thermoplastis dari serat sintetis, setelah pemanasan masing-masing serat akan tetap mempunyai struktur seperti *helix*, meskipun antihannya telah dibuka. Akibatnya benang akan mengembang dan mempunyai kemampuan mulur yang besar. Benang *strecth* ini lazim digunakan untuk kaos kaki atau kain-kain rajut lain yang kemampuan mulurnya diutamakan. Benang *stretch* biasanya dipakai untuk serat nilon poliakrilat dan sebagainya.



Gambar 38. Filamen keriting



Gambar 39. Filamen helix

Proses dari *tow* menjadi *top* (*tow to top system*)

Pada proses ini pengerjaan *tow* menjadi benang *stapel* dilakukan dengan menggunakan mesin turbo *stapler* atau mesin *pasific conventer*. Pada mesin ini serat-serat filamen dari tow dipotong-potong menurut panjang yang diinginkan dengan menggunakan pisau yang sangat tajam. Selanjutnya, program-program tersebut ditampung dan dikumpulkan menjadi bentuk *sliver* yang telah sedikit mengalami peregangan yang disebut *top*. Untuk membuat benang, *top* ini

selanjutnya di proses pada mesin *drawing, roving* dan *spinning*.

Proses dari *tow* langsung menjadi benang (*tow to yarn system*).
Dalam proses ini pengerjaan benang filamen dari *tow* langsung menjadi benang *stapel* dapat dilakukan dengan menggunakan mesin *purlock*. Pada mesin ini serat-serat filamen dari *tow* dilewatkan pada suatu sistem peregangan sehingga serat-serat filamen putus menjadi serat *stapel* dan kemudian dipintal menjadi benang.

j) Benang pintal (*spun yarn*)

Benang pintal dapat dihasilkan dengan menggunakan sistem pemintalan konvensional atau sistem pemintalan langsung.

(1) Sistem konvensional, system ini umumnya dikenal sebagai berikut :
blowing–carding–combing–drawing–roving– spinning–winding
(2) Sistem pemintalan langsung.
Sistem ini dilakukan dengan langsung memotong-motong serat filamen sebelum dipintal menjadi benang.

k) Pembuatan benang campuran
Dalam pembuatan benang yang menggunakan bahan baku serat *stapel*, benang dapat sibuat dengan satu macam jenis serat atau pun campuran dari beberapa macam jenis serat. Pencampuran serat-serat yang tidak sejenis (*blending*) dapat terdiri dari dua jenis serat atau lebih. Pada umumnya, pencampuran yang banyak dilakukan adalah pencampuran dari dua jenis serat, misalnya kapas dengan poliester, poliester dengan rayon dan sebagainya. Perbandingan campuran serat tergantung pada sifat benang yang diinginkan, misalnya pencampuran poliester dengan kapas mempunyai perbandingan 65% berbanding 35% diperhitungkan dari berat bahan baku. Hal ini dimaksudkan agar benang yang dihasilkan akan mempunyai sifat-sifat yang lebih baik, antara lain ialah benang akan mempunyai kekuatan yang tinggi tanpa mengurangi sifat daya serap air yang baik. Proses pembuatan benang campuran pada

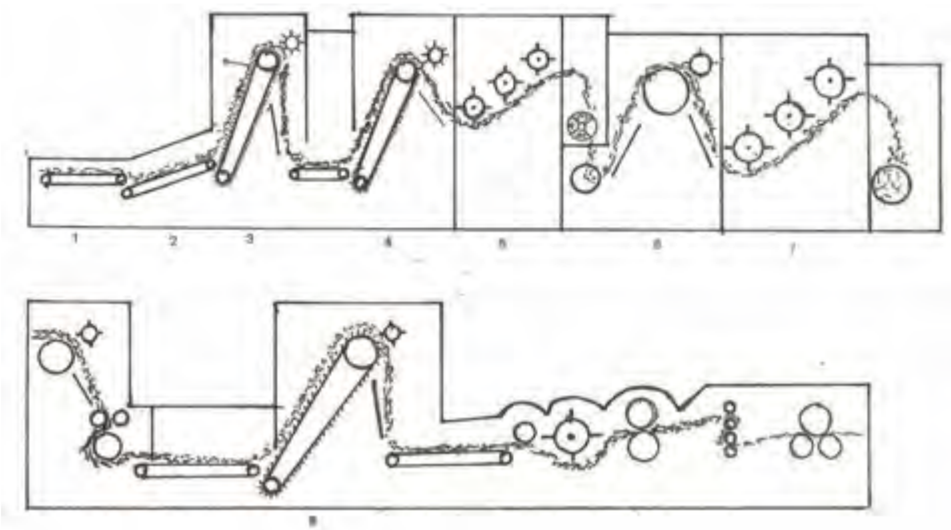
prinsipnya adalah sama dengan proses pembuatan benang kapas. Sebagai contoh, diambill campuran antara serat poliester dengan serat kapas. Dalam proses pembuatannya, *blending* dapat dilakukan antara lain pada mesin-mesin *blowing*, *carding* dan *drawing*. Dari beberapa cara tersebut yang banyak digunakan ialah pencampuran yang dilakukan pada mesin *drawing*, tetapi dalam beberapa hal, pencampuran dapat dilakukan juga pada mesin-mesin *blowing*. Pencampuran yang dilakukan pada mesin blowing mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain karena adanya perbedaan panjang serat, jumlah kotoran, berat jenis, serta sifat-sifat fisik, dan mekanik antara serat poliester dan serat kapas. Untuk panjang serat dan kotoran yang berbeda diperlukan penyetelan dan tingkat pembukaan yang berbeda-beda. Serat-serat yang berat jenisnya lebih kecil, kemungkinan besar pada proses akan terhisap lebih dahulu dibandingkan dengan serat-serat yang berat jenisnya lebih besar, sehingga blending yang diharapkan kemungkinan tidak dapat tercapai. Sifat-sifat fisik dan mekanik lainnya harus diperhatikan juga. Pencampuran pada mesin *drawing* biasanya dilakukan dengan cara mengatur perbandingan rangkapan dan susunan *sliver* yang disuapkan pada mesin *drawing*. Dengan cara tersebut, maka persentase campuran yang diinginkan dapat dicapai. Perbandingan persentase campuran yang lazim digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 15.
Macam-macam perbandingan persentase campuran

No	Macam Campuran Serat	Perbandingan Prosentase Campuran
1	Poliester/Kapas	65 / 35
2	Poliester/Rayon	65 / 35
3	Kapas/Rayon	80 / 20
4	Poliakrilat/Kapas	55 / 45
5	Poliester/Wol	55 / 45
6	Kapas/Kapas	Tidak tentu

Agar diperoleh hasil yang baik faktor penyetelan mesin dan kondisi ruangan (RH) juga perlu diperhatikan.

6) Proses di Mesin *Blowing*



Gambar 40. Unit mesin-mesin *blowing*

Serat yang sudah di diamkan selama ± 24 jam diangkut ke ruang *blowing* dan disusun di sekeliling mesin *loftex changer*. Kemudian dari masing-masing bal diambil segumpal demi segumpal dengan tangan dan disuapkan diatas *lattice* penyuap. Pengambilan kapas diatur sedemikian rupa sehingga dapat habis dalam waktu yang bersamaan.

Adapun maksud dan tujuan pembukaan ini adalah:

- Membantu pembukaan kapas;
- Menghindari kemungkinan adanya potongan-potongan besi, mur, atau baut terbawa serat masuk ke mesin;
- Melakukan pencampuran serat dari beberapa bal yang tersedia. Gumpalan serat terus masuk ke dalam mesin-mesin *blowing* dan keluar berupa *lap* sebagai hasil akhir mesin *scutcher*.

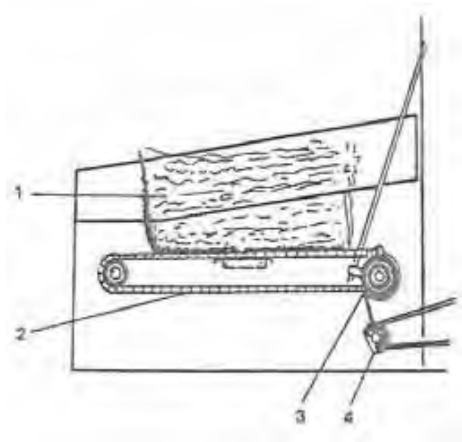
Tujuan proses di mesin *blowing* adalah:

- Membuka gumpalan-gumpalan serat hingga menjadi gumpalan yang lebih kecil (terurai);
- Membersihkan kotoran-kotoran yang terdapat pada serat serat mengalami proses pembukaan;
- Mencampur serat yang berasal dari beberapa serat yang disuapkan;

- Membuat *lap* yang rata sebagai hasil akhir pengerjaan serat pada unit mesin *blowing*. Agar tujuan tersebut dapat tercapai, perlu diadakan penyetelan yang teliti pada mesin *blowing*, sesuai mutu serat yang diproses. Di bawah ini mesin-mesin *blowing* model baru, antara lain:

a) Jenis mesin *blowing* model baru

(1) Mesin *loftex charger*



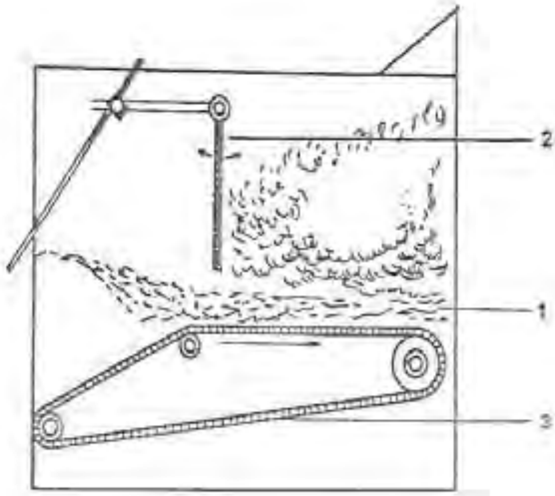
Gambar 41. Skema mesin loftex charger

Keterangan :
1. lembaran kapas
2. *lattice*
3. pawl penyuap (*feed pawl*) & *Rachet*
4. eksentrik/modulator/regulator

Proses di mesin loftex charger adalah sebagai berikut:
Mesin ini merupakan peralatan penyuap lembaran-lembaran serat kapas (1) yang akan diteruskan ke mesin hopper. Pada peralatan ini terdapat tiga sekatan sehingga dapat digunakan untuk menempatkan empat lembaran serat kapas bersama-sama. Biasanya sekatan ini diisi dengan lembaran-lembaran serat kapas yang berasal dari empat bal serat. *Lattice* (2) pada mesin ini digerakkan oleh peralatan penggerak yang sederhana dengan kecepatan yang dapat diubah-ubah sehingga dapat memeriksa dengan teliti jumlah kapas yang terdapat

pada mesin Hopper. Dengan demikian akan diperoleh penyuapan yang rata.

(2) Mesin *hopper feeder*

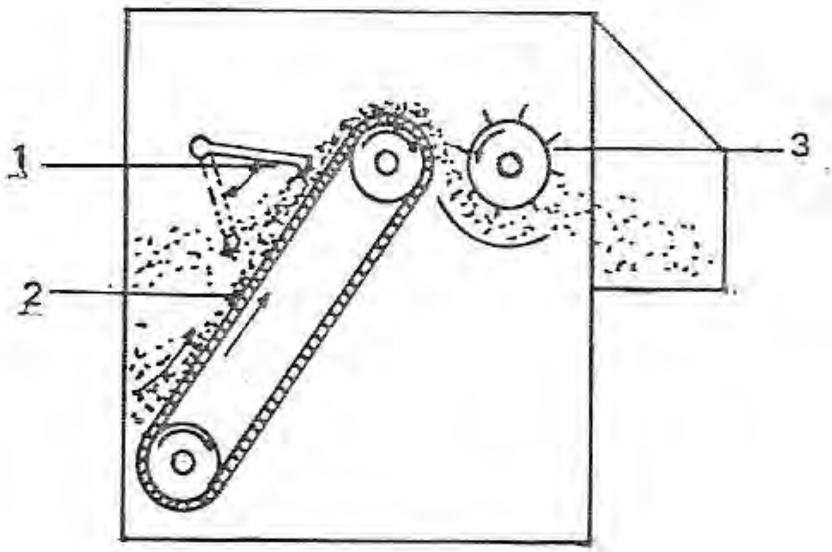


Gambar 42. Skema mesin *hopper feeder*

Keterangan :
1. Gumpalan kapas
2. Pelat penahan
3. Apron/*lattice*

Proses di mesin *hopper feeder* adalah sebagai berikut:
Gumpalan serat yang berasal dari mesin loftex charger jatuh pada *lattice* (3) dan diteruskan ke depan. Mesin ini sama dengan *loftex charger* yang merupakan peralatan penyuapan ke mesin berikutnya.

(3) Mesin *hopper feeder cleaner*



Gambar 43. Skema mesin *hopper feeder cleaner*

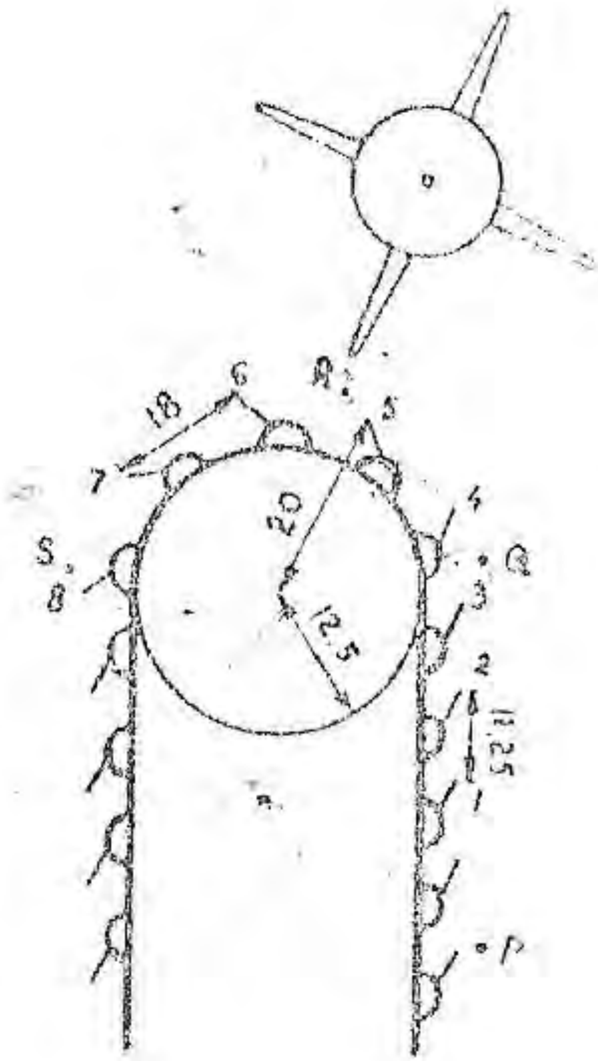
Keterangan :
1. Sisir kapas
2. Apron berpaku (*spike lattice*)
3. Rol pengambil

(a) Proses di mesin *hopper feeder cleaner*

Mesin ini mempunyai fungsi yang sama dengan mesin *loftex charger*, yaitu merupakan peralatan penyuapan ke mesin berikutnya. Kapas dibawa ke atas oleh apron berpaku (2) dan diratakan oleh sisir perata (1). Jarakantara sisir perata (1) dengan apron berpaku (2) diatur sedemikian rupa sehingga hanya gumpalan kapas yang masih besar, akan jatuh kebawah oleh pukulan sisir perata (1). Gumpalan-gumpalan kapas yang jatuh tersebut akan mengalami proses seperti di atas berulang kali sampai gumpalan menjadi kecil sehingga dapat lewat melalui jarak antara sisir perata (1) dengan apron berpaku (2). Setelah itu kapas dipukul oleh rol pengambil (3) dan jatuh pada mesin Pre Opener Cleaner. Rol pengambil (3) berbentuk silinder dan dapat digunakan untuk mengolah serat kapas atau serat buatan.

(b) Gerakan antara permukaan berpaku

Gerakan-gerakan ini dijumpai pada mesin-mesin pencabik bal kapas (*hopper bale breaker*), pembuka bal kapas (*hopper bale opener*) dan mesin penyuap (*hopper feeder*). Prinsip kerja mesin-mesin tersebut pada hakekatnya sama, hanya berbeda dalam hal ukuran paku-paku pada *lattice* dan *rol* perata. Apabila jarak rol perata terhadap lattice makin dekat, gumpalan-gumpalan kapas yang lewat diantaranya semakin kecil. Dengan demikian tingkat pembukaan kapas dapat diatur oleh pengaturan jarak tersebut. Makin dekat penyetelan jaraknya, kemudian terbuka kapasnya, tetapi produksi persatuan waktu semakin rendah. Hal ini disebabkan karena sebagian besar kapas akan dipukul dan kembali jatuh. Dikembalikannya sebagian gumpalan kapas tersebut, menyebabkan terjadinya proses pencampuran yang lebih baik. Untuk mendapatkan tingkat pembukaan yang baik tanpa mengurangi jumlah produksi dapat ditempuh dengan cara mempercepat putaran *lattice*. Tidak ada pedoman tertentu, mengenai lattice ini yang penting adalah jarak antara *lattice* dan rol peratanya.



Gambar 44. Alur gerakan antara permukaan berpaku

Setting jarak antara *lattice* dan rol perata harus dijaga dan usahakan sedekat mungkin. Namun demikian perlu diperhatikan juga bahwa semakin dekat settingnya kemungkinan timbul bahaya kebakaran makin besar.

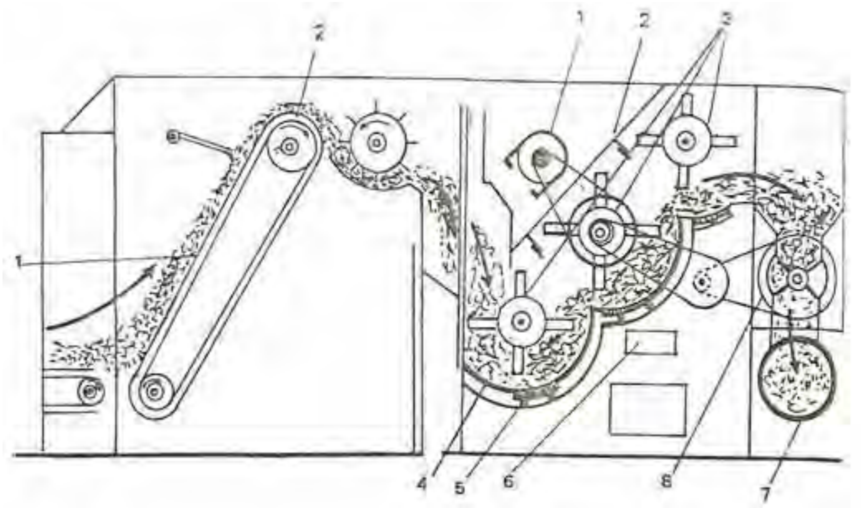
Apabila kecepatan perata dan pemukul tidak sebanding peningkatannya, gumpalan-gumpalan kapas besar yang relatif belum terbuka dapat

lewat diantaranya meskipun setingnya sudah dekat. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada gambar di atas misalkan kecepatan permukaan *lattice* berpaku dari suatu pembuka kapas 6000 cm/menit dan kecepatan putaran rol perata 250 rpm, sedangkan jumlah paku pada rol perata ada4, maka setiap menit akan ada paku sebanyak 4x250 = 1.000 buah melewati titik R. Kecepatan permukaan *lattice* antara titik Pdan Q ialah 6000 cm/menit, tetapi antara titik Q dan S kecepatan ujung-ujung pakunya ± 9000 cm/menit karena adanya perubahan arah paku yang menyebabkan jarak antar ujung-ujung paku bertambah besar. Jika jarak semua antar ujung paku antara titik P dan Q sama dengan 1,25 cm, jarak antara titik Q dan S menurut perhitungan, tersebut menjadi ((20/ 12,5) x 11,25 cm) = 18 cm.

Apabila kecepatan ujung-ujung paku antara titik Q dan S dibagi dengan jumlah paku rol perata yang melewati titik R (jumlah pukulan paku per menit) akan didapat hasil : 9.000/1.000 = 9 cm/paku Rol peratal ini berarti bahwa untuk setiap kali paku rol perata melewa tititik R, maka ujung-ujung paku pada *lattice* antara titik Q dan S bergerak sejauh 9 cm. Jadi setiap paku pada *lattice* akan mengalami 18/9 = 2 kali pukulan oleh paku rol perata. Tempat kedudukan pukulan tersebut tidak tepat pada titik R, di mana setting antar ujung-ujung paku pada posisi paling dekat, sehingga terjadi dua kali pemukulan. Apabila kecepatan *lattice* ditingkatkan dua kali tanpa mempercepat kecepatan rol perata, gumpalan-gumpalan kapas yang besar kapas akan diteruskan melewatinya karena perata hanya mempunyai kesempatan memukul sekali saja. Usaha-usaha untuk memperbaiki pembukaan tanpa mempengaruhi jumlah produksi itidak dapat dicapai hanya dengan mempercepat *lattice*.

(4) Mesin pre *opener cleaner*



Gambar 45. Skema mesin pre *opener cleaner*

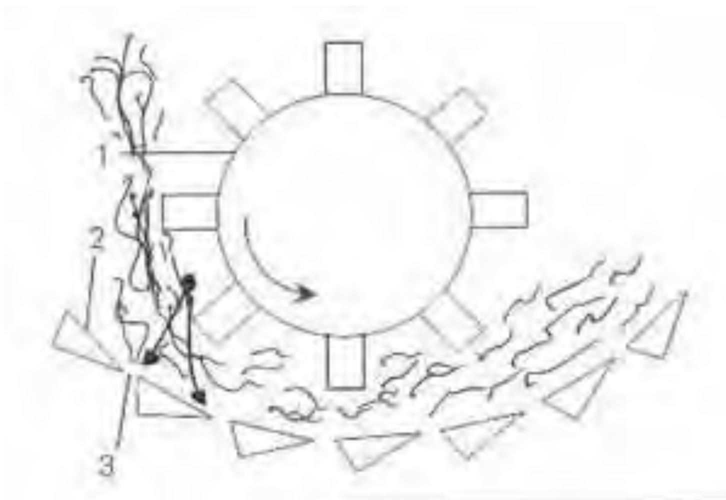
Keterangan :
1. Penggerak (*driver*)
2. Penahan (*baffles*)
3. Silinder pemukul berpaku
4. Pelat pembersih
5. Batang saringan (*gridbars*)
6. Peghisap (*breather*)
7. Saluran pneumatic (*pneumatic line*)
8. Pelat penahan hisapan (*air gap dis*)

(a) Proses di *pre opener cleaner*

Kapas yang berasal dari mesin *blending feeder* jatuh pada permukaan silinder pemukul yang berpaku (3) pada bagian yang pertama dari susunan tiga silinder. Kemudian kapas diteruskan pada mesin *pre opener cleaner* pada ketiga silinder pemukul berpaku (3). Ketiga silinder tersebut meneruskan kapas melalui pelat pembersih (4) dan batang saringan (5). Jarak batang saringan dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan kapas yang diolah. Udara dikeluarkan dari celah sehingga dengan demikian sebagian besar debu dan serat serat yang beterbangan dihisap, sedangkan pecahan pecahan biji dan kotoran serta limbah dapat

ditampung di bawah *gridbars*. Kemudian kapas dikeluarkan melalui silinder saluran *pneumatic* (7) dan diteruskan ke mesin berikutnya. Mesin ini dapat juga digunakan untuk mengolah serat buatan yang biasanya dalam keadaan yang sangat padat tanpa mengakibatkan kerusakan pada seratnya.

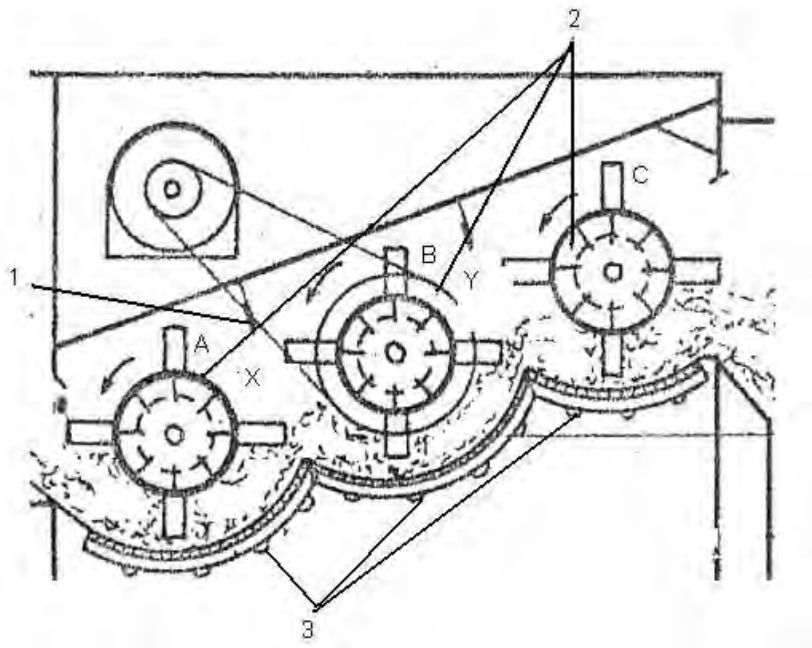
(b) Pemisahan kotoran di mesin *pre opener cleaner*
Gumpalan serat yang jatuh ke rol pemukul (1) akan langsung mendapat pukulan sehingga terjadi proses pembukaan serat menjadi lebih terurai karena berat jenis kotoran (biji, batang, daun, pasir/logam) lebih berat dari pada berat jenis serat, sehingga cenderung akan jatuh ke bawah membentur dinding-dinding batang saringan (2) untuk masuk melalui celah-celah batang jaringan (3) dan bertumpuk di *under casing.*



Gambar 46. Skema rol pemukul dan batang saringan

Keterangan :
1. Rol Pemukul (*pined beater*)
2. Batang Sarigan (*gridbars*)
3. Celah Batang Saringan

(c) Gerakan Pemukul

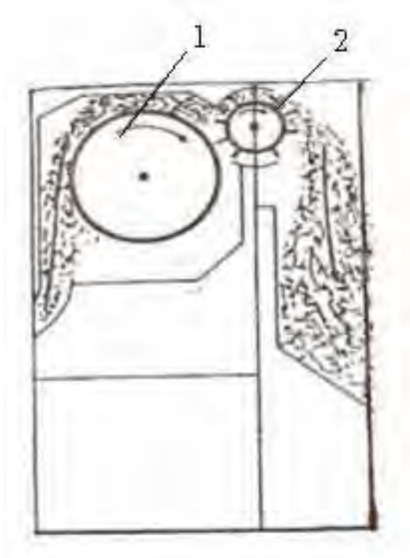


Gambar 47. Skema rol pemukul mesin pre opener cleaner

Keterangan :
1. Pelat pemisah
2. Rol pemukul
3. Batang saringan

Gumpalan serat yang jatuh ke permukaan rol pemukul (2) A langsung dipukul dan terlempar ke rol pemukul (2) B. Karena ada pelat pemisah, gumpalan serat kembali jatuh pada permukaan antara rol pemukul (2) A dan rol pemukul (2) B. Berdasarkan gambar di atas maka ada dua kali proses pembukaan di daerah *x* dan *y*. Agar gumpalan serat dapat lebih terbuka digunakan lima buah rol pemukul, karena akan terjadi empat kali proses pembukaan.

(5) Mesin *condensor at cleanser*



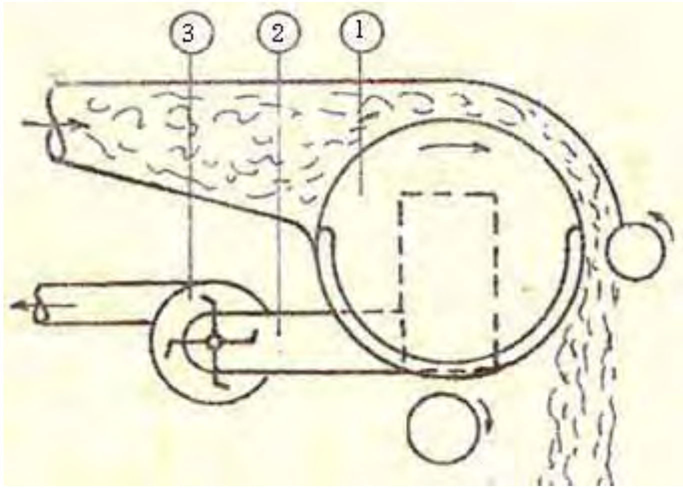
Gambar 48. Skema mesin condensor at cleaner

Keterangan :
1. Silinder penampungn (*condensor*)
2. Rol pemukul/pengambil

(a) Proses di mesin *condensor at cleaner*

Gumpalan serat yang jatuh ke permukaan *condensor* (1) akan terhisap oleh *fan* sehingga kotoran dan serat pendek akan terhisap oleh *fan* dan kemudian akan masuk melalui celah-celah condensor untuk ditampung pada *air filter condensor at cleaner*. Serat-serat panjang yang menempel pada permukaan *condensor* akan tergaruk oleh rol pemukul/pengambil (karena permukaan rol pemukul/pengambil terbuat dari kulit) untuk diteruskan ke mesin *opener cleaner*.

(b) Pemisahan kotoran di mesin *condensor at cleaner*

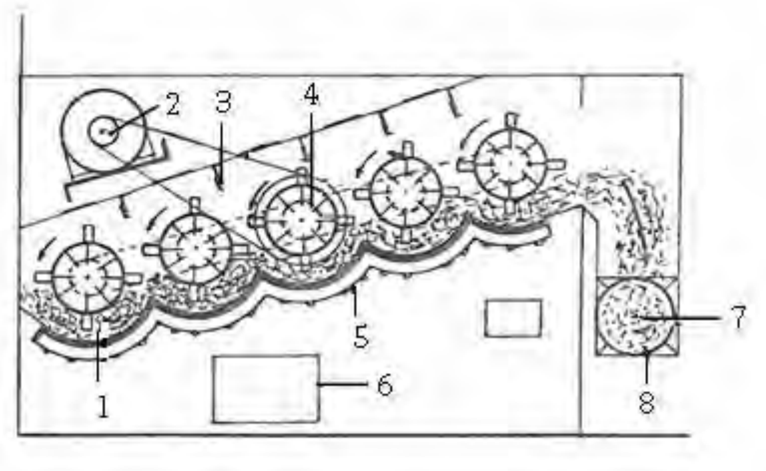


Gambar 49. Skema pemisah kotoran mesin condensor at cleaner

Keterangan :
1. Batang saringan (*Condensor*)
2. Saluran *fan* penghisap
3. *Fan* penghisap

Gumpalan serat akan menempel pada permukaan condensor karena hisapan *fan*. Kotoran-kotoran berupa biji, batang daun, pasir, atau logam cenderung berada di bagian bawah gumpalan serat dan serat-serat pendek karena hisapan *fan* juga cenderung berada pada *lap*isan gumpalan serat di atas permukaan *condensor*. Gerakan rol pengambil akan membantu kotoran-kotoran dan serat pendek terhisap oleh *fan* melalui celah-celah *condensor* dan saluran *fan* untuk ditampung pada *air filter for condensor at cleaner*.

(6) Mesin Opener Cleaner



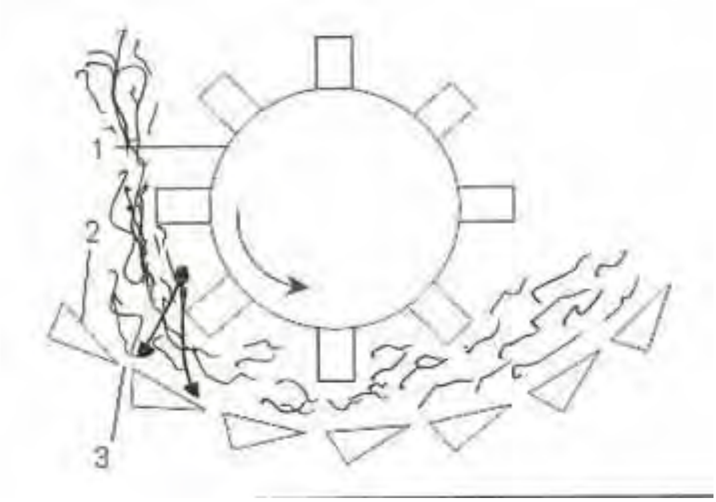
Gambar 50. Skema mesin *opener cleaner*

Keterangan :
1. Gumpalan kapas
2. Penggerak
3. Penahan (*baffles*)
4. Pemukul (*beater*)
5. Batang saringan (*gridbars*)
6. Pintu pembersih
7. Penghisap *(fan*)
8. Saluran pneumatis

(a) Proses di mesin opener cleaner

Karena putaran pemukul, maka gumpalan kapas akan masuk ke depan secara bertahap. Kotoran-kotoran akan berjatuhan melalui celah-celah batang saringan. Kapas yang keluar dari mesin ini, kemudian diteruskan ke mesin *Picker/Scutcher*.

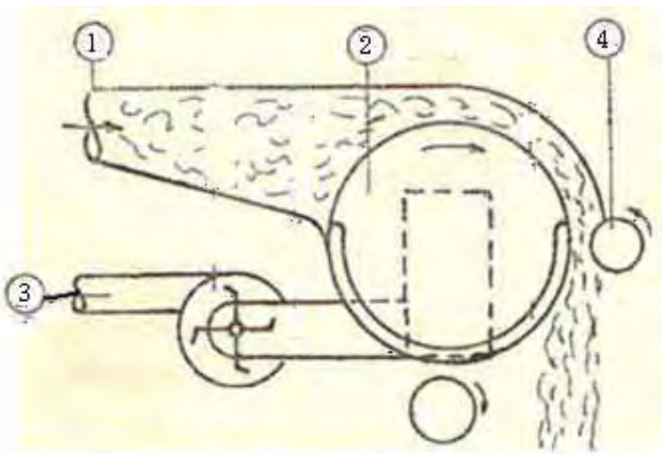
(b) Pemisahan kotorandi mesin opener cleaner



Gambar 51. Skema Rol Pemukul dan Batang Saringan

Keterangan :
1. Rol Pemukul (*pined beater*)
2. Batang Saringan (*gridbars*)
3. Celah Batang Saringan

(7) Mesin *condensor at picker*

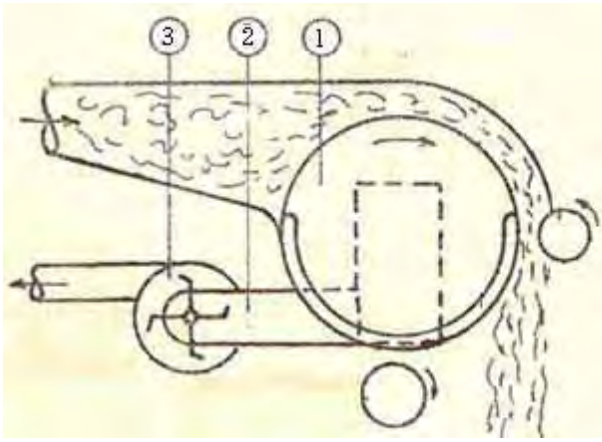


Gambar 52. Skema mesin condensor at picker

Keterangan :
1. Saluran *in let*
2. Saluran *out let*
3. *Condensor*
4. Rol pemukul

(a) Proses di mesin *condensor at picker*
Gumpalan kapas masuk melalui saluran *in let* (1) karena hisapan *fan* jatuh ke permukaan *condensor* (3). Kotoran-kotoran (batang, biji, daun, pasir, logam) akan masuk ke lubang *condensor* untuk ditampung pada *air filter for condensor at picker* melalui saluran *out let* (2). Sementara itu gumpalan kapas yang masih menempel pada permukaan *condensor* akan digaruk/diambil oleh rol pemukul untuk disuapkan ke mesin berikutnya.

(b) Pemisahan Kotoran di mesin condensorat picker



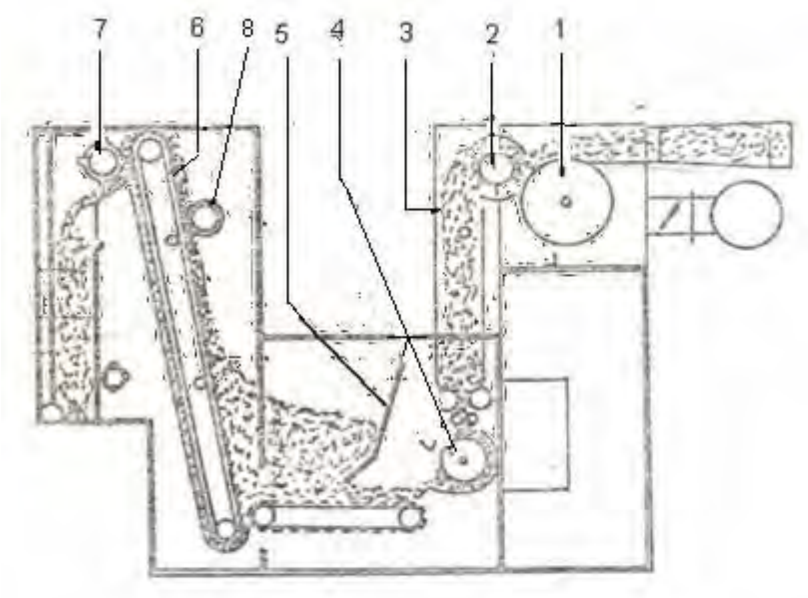
Gambar 53. Skema pemisah kotoran mesin *condensor at picker*

Keterangan :
1. Batang saringan(*Condensor*)
2. Saluran *fan* penghisap
3. *Fan* penghisap

Gumpalan serat akan menempel pada permukaan *condensor* karena hisapan *fan*. Kotoran-kotoran berupa biji, batang daun, pasir, atau logam cenderung berada di bagian bawah gumpalan serat dan serat-serat pendek karena hisapan *fan* juga cenderung berada pada *lap*isan gumpalan serat di atas permukaan *condensor*. Gerakan rol pengambil akan membantu kotoran-kotoran dan serat pendek

terhisap oleh *fan* melalui celah-celah condensor dan saluran *fan* untuk ditampung pada air *filter* for *condensor at cleaner*.

(8) Mesin *micro even feeder*



Gambar 54. Skema mesin *micro even feeder*

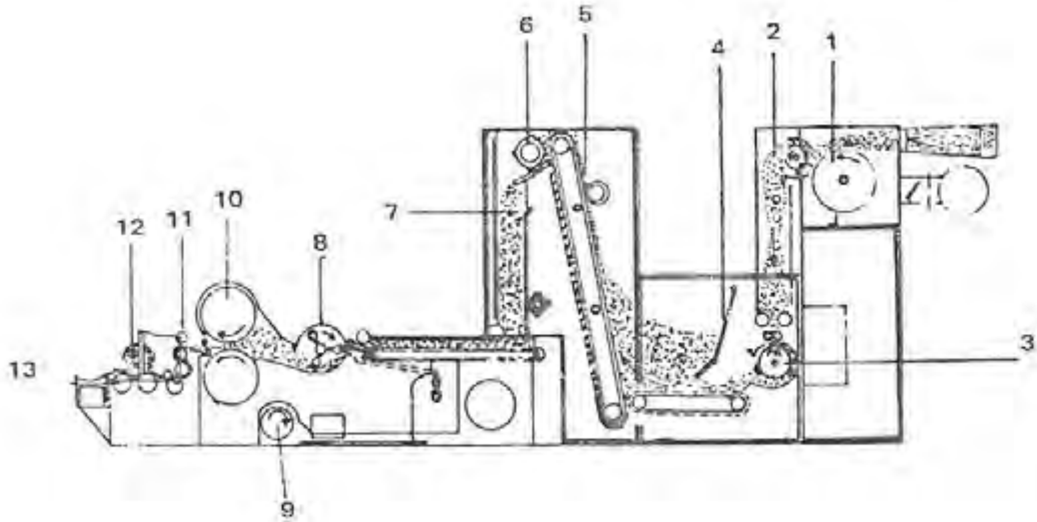
Keterangan :
1. *Condensor*
2. Rol pemukul
3. Gumpalan kapas
4. Rol pemukul
5. Pintu pengontrol isi
6. Apron berpaku
7. Rol pengontrol
8. *Kick* rol

(a) Proses di mesin *micro even feeder*

Gumpalan serat (3) yang diambil rol pemukul (2) dari *condensor* (1) akan jatuh ke pasangan rol pemukul (4) untuk mendapatkan pukulan (proses pembukaan) yang selanjutnya akan dibawa ke atas oleh apron berpaku (6) dan akan diambil oleh rol pengambil (7) untuk diteruskan ke mesin berikutnya. Volume kapas dikendalikan oleh *kick*

rol (8) dan pintu berayun (5) yang akan menghentikan mesin bila penuh dan menjalankan mesin kembali secara otomatis.

(9) Mesin *scutcher*



Gambar 55. Skema mesin scutcher

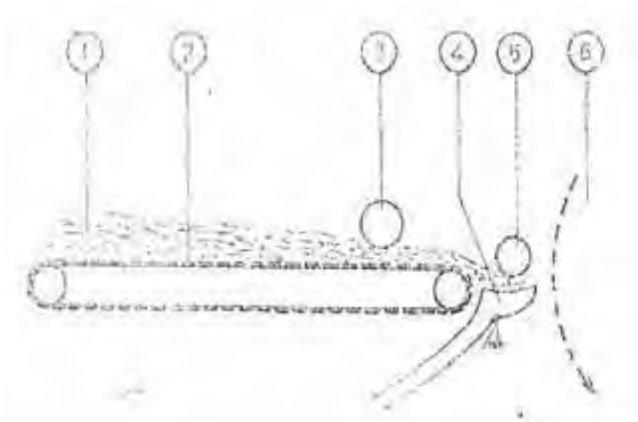
Keterangan :
1. Silinder penampung (*condensor*)
2. Saluran penyuap
3. Pemukul (*beater*)
4. Pelat penaha (*buffle rack*)
5. Apron berpaku (*spike lattice*)
6. Pembersih (*stripper*)
7. Saluran penyuap
8. Pemukul (*beater*)
9. Penghisap (*fan*)
10. Rol pembersih (*stripping rolls*)
11. Rol penggilas (*calender rolls*)
12. Gulungan *lap*
13. Batang penggulung (*lap arbor*)

(a) Proses di *mesin scutcher*
Mesin *scutcher* model baru ini konstruksinya lebih kuat dibandingkan dengan mesin *scutcher* model lama. Mesin ini dapat digunakan untuk mengolah kapas atau serat serat buatan dengan produksi

yang tinggi. Bahan yang akan diolah ditarik mesin *scutcher* oleh silinder penampung (1). Penghisapnya terpisah dan motornya dapat digunakan untuk melayani dua atau lebih silinder penampung apabila digunakan lebih dari satu mesin *scutcher* untuk pembukaan dan pembersihan. Penyuapannya diatur secara otomatis. Silinder penampung bertugas menampung kapas untuk penyuapan dengan menggunakan pelat penahan yang bekerja mengatur penyuapan kepada *pre opener beater*. *Pre opener beater* menyuapkan kapas yang sudah benar-benar terbuka pada suatu daerah penyuapan yang dilengkapi dengan pelat penahan yang bekerja dengan baik. Kapas dinaikkan ke atas dengan perantaraan *apron* berpaku (5) untuk memperoleh hasil pencampuran yang baik. Serat-serat yang sudah rata sekali kemudian disuapkan ke daerah pemukul yang terakhir. Selanjutnya akan dihasilkan gulungan *lap* seperti mesin *scutcher* model lama.

(b) Gerakan pengaturan penyuapan

Penyuapan mesin *scutcher* ini biasanya dilakukan oleh mesin penyuap yang ditempatkan sebelumnya.



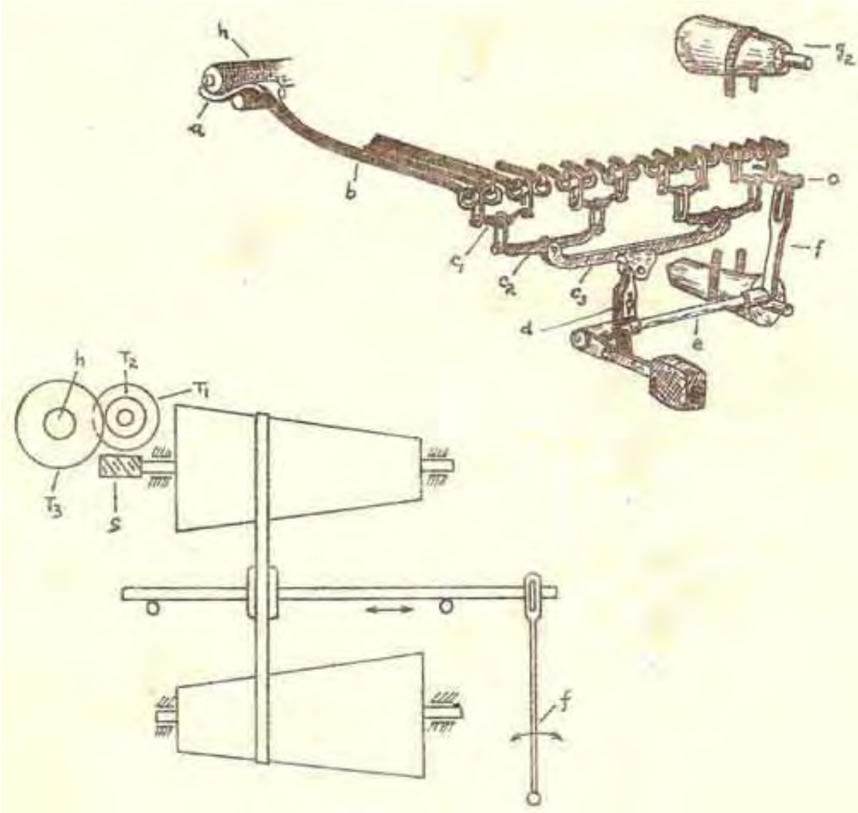
Gambar 56. Pengatur penyuapan

Keterangan :
1. Kapas
2. *Lattice* penyuap
3. Rol penekan
4. Pedal penekan
5. Rol penyuap
6. Daerah pemukulan

Bagian-bagian yang mengatur penyuapan pada *scutcher* ialah seperti terlihat pada gambar 56 dan biasanya terdiri dari *lattice* penyuap (2), rol penekan (3) yang gunanya untuk memadatkan kapas, pedal penyuap (4) yang dapat bergerak sesuai dengan tebal tipisnya kapas yang disuapkan, dan rol penyuap (5) yang menyuapkan dan menjepit kapas yang disuapkan. Prinsip kerja peralatan tersebut dapat diikuti pada uraian dan gambar.

(c) Cara bekerja alat pengatur penyuapan

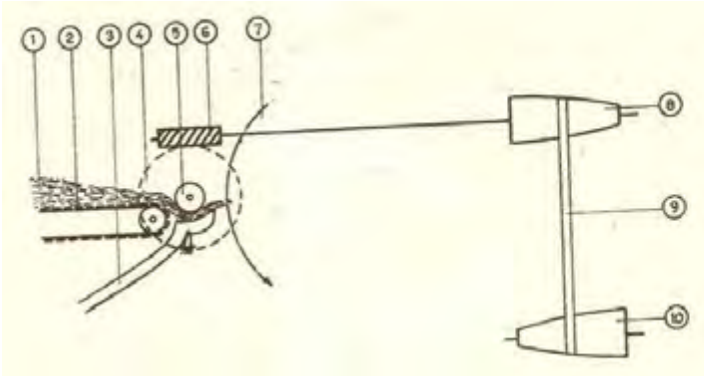
Apabila keadaan *lap* yang dihasilkan normal *belt* yang menghubungkan kedua *cone drum* kedudukannya harus ada di tengah-tengah serta kapas yang terjepit oleh rol penyuap dan pedal juga mempunyai ketebalan tertentu. Apabila kapas yang masuk antara rol penyuap dan pedal mempunyai tebal yang berbeda dengan tebal kapas pada saat kedudukan *belt* ada di tengah-tengah, pedal yang dapat bergerak seperti timbangan itu akan bergerak ke atas atau ke bawah.



Gambar 57. Pengatur penyuapan (feed regulator)

Gerakan ini diteruskan melalui b, c1, c 2 , c 3 , d, o, dan f sehingga menyebabkan terjadinya penggeseran *belt* pada *cone drum* sehingga rol penyuap akan berputar lebih lambat atau lebih cepat. Jika penyuapan kapas terlalu tebal, kapas akan menekan ujung pedal (a) ke bawah sehingga ujung pedal yang lain (b) bergerak ke atas dan gerakan ini akan menarik ke atas berturut-turut c1, c2, c3, d, dan dengan perantaraan poros (e), batang (f) akan menggeserkan *belt* ke kiri sehingga *cone drum* (g_2) berputar lebih lambat. Perputaran dari *cone drum* atas akan diteruskan ke rol penyuap (h) melalui roda-roda gigi S, T_1,T_2 , dan T_3, sehingga putaran dari rol penyuap juga menjadi lambat. Dengan demikian penyuapan kapas oleh rol penyuap juga menjadi lebih lambat. Demikian juga akan terjadi sebaliknya apabila kapas yang disuapkan terlalu tipis.

(d) Pergerakan pedal dan perpindahan belt
Perpisahan kedudukan atau letak *belt* terjadi langsung dan sebanding dengan terbukanya atau tertutupnya gerakan pedal.



Gambar 58. Pergerakan pedal dan perpindahan belt

Keterangan :
1. Kapas
2. *Lattice* penyuap
3. Pedal
4. Roda gigi
5. Rol penyuap
6. Roda gigi
7. Daerah pemukulan
8. *Cone drum* atas (pasif)
9. *Belt*
10. *Cone drum* bawah (aktif)

Sebagai contoh jika perbandingan tebal tipisnya kapas yang masuk di antara rol penyuap dan pedal sama dengan t = 1, maka untuk apisan kapas yang lebih tebal dari pada *lap*isan kapas yang dikehendaki, harga t lebih besar dari 1 dan untuk *lap*isan kapas yang lebih tipis, harga t harus kurang dari 1 (gambar). Jika untuk *lap*isan kapas yang paling tipis harga t = 0,5 dan untuk *lap*isan kapas yang paling tebal harga t = 1,5 dan panjang cone drum masing-masing = 25 cm, maka untuk *lap*isan kapas yang dikehendaki = 1, kedudukan belt pada *cone drum* kira-kira di tengah dan berada pada diameter *cone drum* bawah D = 20

cm dan pada diameter *cone drum* atau d = 25 cm. Untuk setiap kedudukan *belt* pada *cone drum* agar *belt* selalu tegang maka (D + d) harus selalu tetap. Dan setiap perubahan putaran *cone drum* atas (*d/D*) akan berubah-ubah berbanding terbalik dengan tebal tipisnya *lap*isan kapas t, sehingga *d/D*. t **=** tetap. Jadi jika harga t kecil maka harga *d/D* besar dan jika harga t besar maka harga *d/D* kecil. Untuk harga t = 1, maka(*d/D)*. t = (25/20). 1 = 0,8 dan harga ini tetap dan berlaku untuk harga-harga yang lainnya dari t = 0,5 sampat = 1,5.

D + d = 20 + 25 = 45 cm

*(d/D)*x t = 0,8 atau (*d/D)*=(*t/*0,8)

D + d =(d x D)/d+d

d ((*d/D)+1)=45 cm*

d=((45/1+(D/d))

=((45/1+(0,8+t))

=(45t/(t+0,8))

D = 45 – d

Dari uraian di atas, maka dapat dicari hubungan antara tebal kapas dengan putaran cone drum seperti ter*can*tum pada tabel dibawah ini .

Tabel 16.
Hubungan antara tebal kapas dengan putaran c*one drum*

t	$D = \frac{45t}{t+0,8}$	D = 45 - d	Ppm cone drum atas apabila putaran cone drum bawah = 1000 ppm
0,5	17,3 cm	27,7 cm	1.600 ppm
0,6	16,3 cm	25,7 cm	1.330 ppm
0,7	21,0 cm	24,0 cm	1.142 ppm
0,8	22,5 cm	22,5 cm	1.000 ppm
0,9	23,8 cm	21,2 cm	893 ppm
1,0	25,0 cm*	20,0 cm	800 ppm
1,1	25,2 cm	18,8 cm	720 ppm
1,2	27,0 cm	18,0 cm	667 ppm
1,3	27,9 cm	17,1 cm	613 ppm
1,4	28,6 cm	16,4 cm	573 ppm
1,5	29,3 cm	15,7 cm	537 ppm

*)Kedudukan *belt* ada ditengah–tengah *cone drum*

(e) Proses pembukaan dan pemukulan serat di mesin *scutcher*

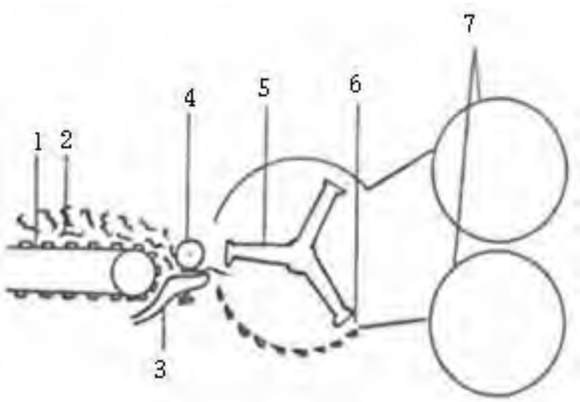
Jumlah pukulan oleh pemukul (*beater*) terhadap serat sangat menentukan hasil pembukaan dan pemisahan kotoran yang terdapat pada kapas. Semakin banyak pukulan batang pemukul terhadap serat, semakin baik pula pembukaan dan pemisahan serat. Jumlah pukulan terhadap serat, dapat mempengaruhi kerusakan serat serta limbah yang terjadi. Untuk itu harus ada optimasi antarajumlah pukulan dan kerusakan serat. Pukulan terhadap serat dapat dihitung berdasarkan pukulan untuk panjang gumpalan serat yang disuapkan, misalnya panjang 1 inci. Dalam penentuan jumlah pukulan *beater* per inci serat, faktor-faktor yang harus diketahui adalah :

- kecepatan putaran daripemukul
- jumlah lengan pemukul
- kecepatan penyuapan

Kecepatan putaran dari pemukul dapat dihitung melalui susunan roda gigi *scutcher* jika diketahui RPM motornya. Jumlah lengan pemukul tergantung pada jenis pemukul (*beater*) yang digunakan. Umumnya mesin *scutcher* menggunakan pemukul yang mempunyai tiga lengan pemukul. Kecepatan penyuapan dapat dihitung melalui susunan roda gigi dimulai dari RPM motor, akan didapat RPM dari rol penyuap. Sedangkan kecepatan penyuapan adalah sama dengan kecepatan permukaan dari rol penyuapan. Misal putaran dari pemukul per menit setelah dihitung melalui susunan roda gigi adalah = n, jumlah lengan pemukul yang digunakan= z, kecepatan penyuapan permenit = 1 inci. Jumlah pukulan per inci = $(z \cdot n)/1$. Untuk menentukan jumlah pukulan per serat, selain faktor-faktor pada pukulan per inci, harus diketahui pula panjang serat dan jarak antara titik jepit rol penyuap dengan ujung pemukul.

Pada gambar 59 te jepit rol penyuap dengan ujung pemukul = a. Serat yang dipukul oleh lengan pemukul tidak seluruhnya, tetapi hanya bagian (f–a) karena setelah ujung serat yang terjepit oleh rol penyuap lepas, serat akan segera terlempar akibat pukulan dari lengan pemukul. Jika jumlah pukulan per inci =(*z·n)/1*, maka untuk bagian serat sepanjang (f–a) inci, akan mendapat pukulan sebanyak (f–a).((z.n)/1)). Bila jumlah pukulan per serat dinyatakan dengan P, maka :

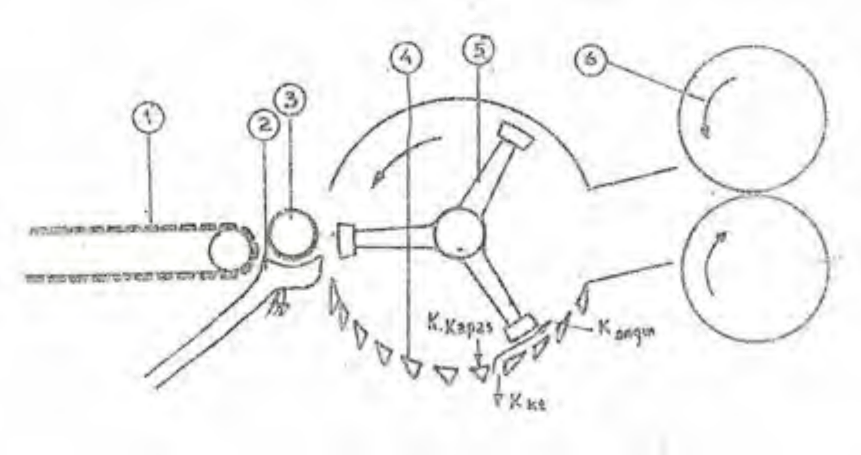
P = (f – a)·((z.n)/1))
P = jumlah pukulan per serat
P = panjang serat dalam inci
f = jarak antara titik jepit rol penyuap dengan pemukul dalam inci
a = ujung pemukul dalam inci
z = jumlah lengan pemukul
n = putaran pemukul permenit
1 = kecepatan penyuapan per menit



Gambar 59. Bagian penyuapan mesin scutcher

Keterangan :
1. Apron penyuapan
2. Gumpalan kapas
3. Pedal
4. Rol penyuap
5. Pemukul (*beater*)
6. Batang saringan (*grid bars*)
7. Silinder penampung

(f) Pemisahan kotoran di mesin *scutcher*



Gambar 60. Terpisahnya kotoran dari serat

Keterangan :
1. *Lattice*
2. Pedal pengantar kerataan
3. Rol penyuap
4. Batang saringan
5. Pemukul
6. Silinder penampung

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa kapas yang keluar dari rol penyuap terus mengalami pukulan oleh pemukul sehingga kapas menjadi terbuka dan kotoran terlepas dari kapas yang kemudian keluar melalui celah-celah batang saringan dan kapasnya terlempar oleh pemukul. Karena ada hisapan angin dari kipas yang berada di bawah silinder saringan, kapas akan tertampung menempel pada permukaan silinder saringan. Mekanisme terjadinya pemisahan kotoran dari kapas kemudian jatuh melalui celah-celah batang saringan dapat dijelaskan sebagai berikut, misalkan :

K	=	gaya *centrifugal*
R	=	jari-jari pemukul
M	=	massa, massa = volume x berat jenis
V	=	kecepatan keliling pemukul

N	=	putaran per menit dari pemukul
Z	=	jumlah lengan pemukul
d	=	diameter pemukul
M_{kp}	=	massa kapal
M_{kt}	=	massa
K_{kp}	=	gaya *centrifugal* yang diderita kapas
K_{kt}	=	gaya *centrifugal* yang diderita kotoran
BD	=	berat jenis
BD_{kp}	=	berat jenis kapas
BD_{kt}	=	berat jenis kotoran

Pada waktu pemukul berputar, maka akan timbul gaya centrifugal pada pemukul besarnya. $K=(M \, x V^2)/r$

Gaya *centrifugal* yang diderita kapas : $K_{kp} =(M_{kp} \, x V^2)r$

Gaya *centrifugal* yang diderita kotoran: $K_{kt} = M \, x V^2{}_{kt} / \, r$

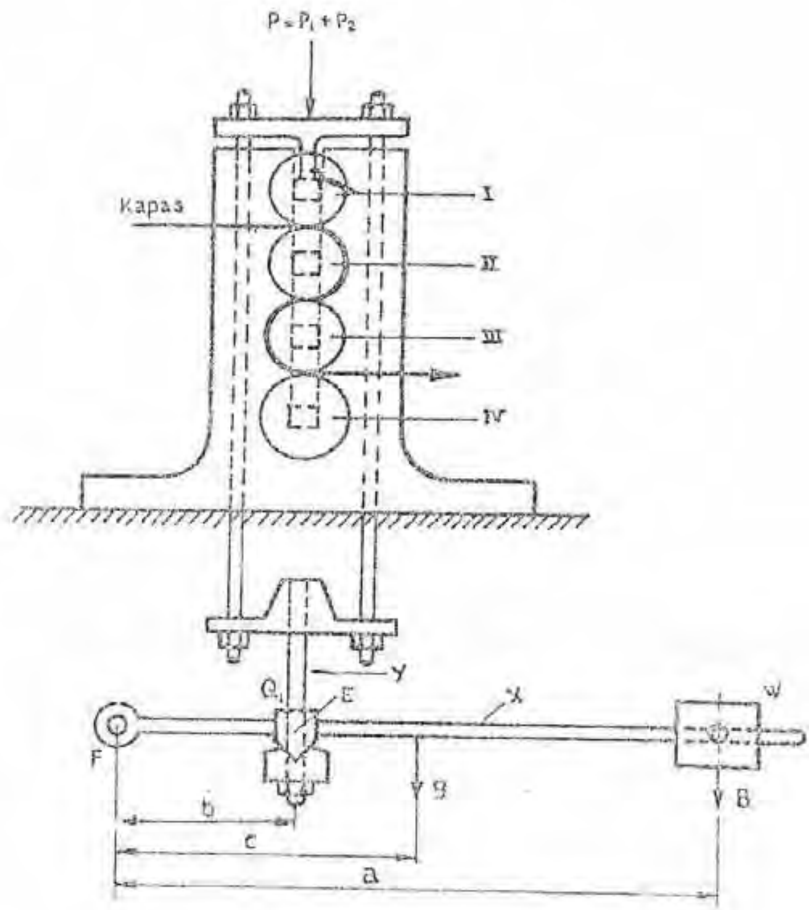
Oleh karena BD_{kt} > BD_{kp}, maka K_{kt} > K_{kp}. Agar kotoran dapat jatuh melalui celah-celah batang saringan dan kapasnya tidak turut terbawa, maka $K_{kt} > K_{angin} > K_{kp}$. Dengan demikian besarnya aliran angin harus diatur lebih kecil dari gaya *centrifugal* kotoran, tetapi lebih besar dari gaya *centrifugal* kapas.

(g) Tekanan rol penggilas

Tekanan rol penggilas pada kapas terjadi karena adanya pemberat (v), batang (x), batang penghubung (y) dan berat dari rol-rol penggilas itu sendiri seperti terlihat pada gambar 61. Besarnya tekanan rol penggilas pada kapas dapat dihitung sebagai berikut. Apabila berat batang (x), berat batang penghubung (y), dan berat rol-rol penggilas diabaikan, berat pemberat = B, jarak antara titik putar F dan pemberat B adalah a, jarak antara titik putar e dan titik purar F adalah badan tegangan pada batang penghubung Q_1 = tekanan P_1, maka dalam keadaan seimbang jumlah momen yang terdapat pada titik putar F = 0.B . a - Q_1 . b = 0

$B \cdot a = Q_1 \cdot b$
$Q_1 = (a/b).B$ atau $P_1 = (a/b).B$

Apabila berat batang (x) dan batang penghubung (y) diperhitungkan dan berat = g dan letak titik berat ada pada jarak c dari titik putar F dan tegangan pada batang penghubung sekarang Q_2 = tekanan P_2, maka dalam keadaan seimbang, jumlah momen pada titik F juga sama dengan nol.
$g \cdot c = Q_2 \cdot b$
$g \cdot c = Q_2 \cdot b$
$Q_2 = (c/b).g$ atau $P_2 = (c/b).g$
Tegangan-tegangan yang terdapat pada batang-batang penghubung ini sama dengantekanan yang diberikan pada rol penggilas I.
$Q_1 + Q_2 = P_1 + P_2$
$Q = P = (a/b).g + (a/b).g$
$P = ((a.B)+(c.g))/b$



Gambar 61. Tekanan rol penggilas pada kapas

Jika jumlah tegangan pada batang-batang penghubung besarnya $Q = Q_1 + Q_2$ dan tekanan pada rol penggilas besarnya $P = P_1 + P_2$, maka :

$Q = P = (a/b).g + (a/b).g$

$P = ((a.B)+(c.g))/b$

Sistem pemberat ini diberikan di sebelah kiri dan kanan mesin, sehingga tekanan P terdapat disebelah kiri dan kanan rol penggilas I. Jadi tekanan pada *calender* rol I adalah 2 P = 2 .P((a.B)+(c.g))/b. Kita ingat bahwa rol penggilas mempunyai berat juga, misal:

- berat rol penggilas I = W^1
- berat rol penggilas II = W^2
- berat rol penggilas III = W_3

$W_1 + W_2 + W_3 = W$

Maka jumlah tekanan yang diberikan pada kapas yang melalui antara rol penggilas III dan rol penggilas IV adalah sebesar.

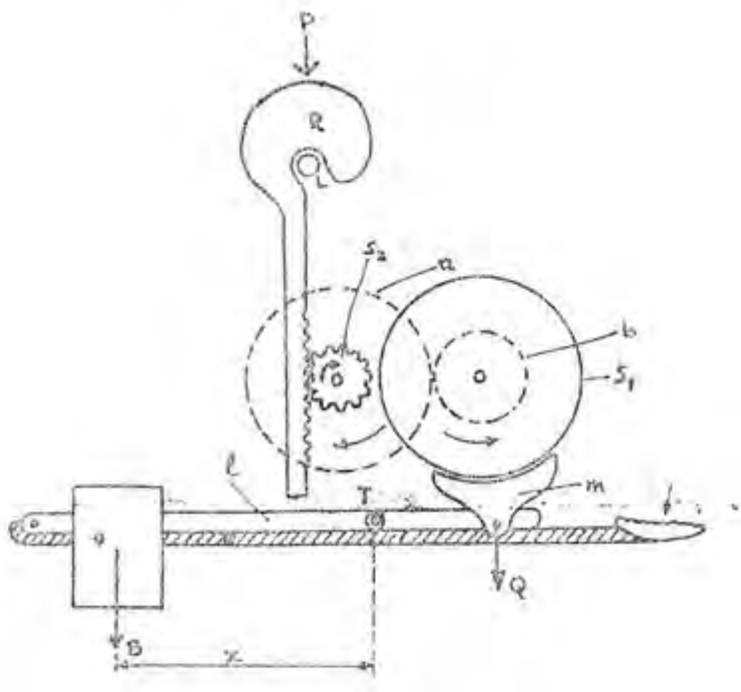
$T=2P+W$

$T=W+2\ ((a.B+c.g)/b))$

(h) Tekanan batang penggulung *lap*

Tekanan pada kapas disini dilakukan oleh pemberat (B), batang (1), penahan (m), puli (S_1), roda-roda gigi, batang pengulung *lap*, dan penahan *lap*. Besarnya tekanan batang penggulung pada kapas dapat diperhitungkan sebagai berikut.

Apabila berat pemberat = B, berat batang m diabaikan, jarak antara titik putar T ke pemberat= X, diameter puli S_1, jumlah gigi-gigi perantara adalah b, a dan S_2, koefisien gesekan antara penahan m dan puli S_1=u, maka jumlah momen pada titik putar T adalah sama dengan nol.



Gambar 62. Tekanan Batang Penggulung *Lap*

$B . X = Q . Y$
$Q = X/Y.B$

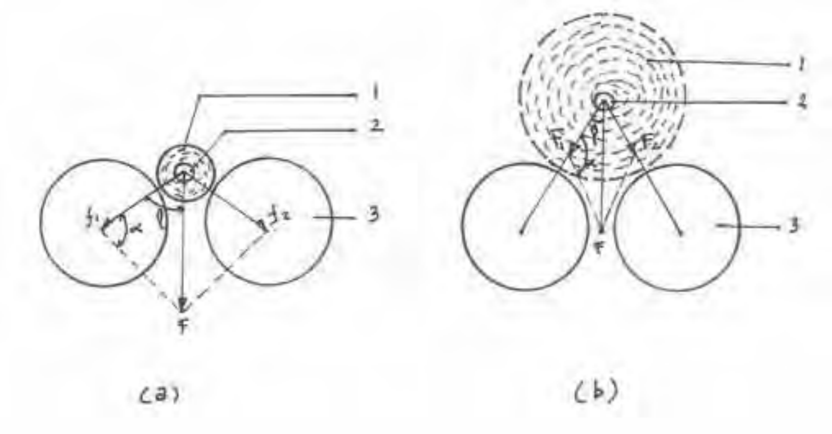
Jika G adalah tenaga yang timbul karena adanya perputaran puli S_1 dan penahan m, K_1 adalah usaha yang timbul karena adanya gaya Q dan K_2 adalah usaha yang disebabkan gaya P pada S_2 maka:

$G = u . Q$
$G . S1 = K1 . b$
$K1 = (G\ S1)/b$ atau $K1 = u\ Q\ S1\ /b$
$K1 . a = K2 . S2$
$K_2 = K1\ a/\ S_2$ atau
$K_2 = u.(a/b).(S1/S_2).Q$
Atau $P = u.(a/b).(S1/S_2).B$

Jika berat penahan *lap* = R, tekanan pada salah satu ujung dari batang penggulung = P + R. Karena tekanan pada batang penggulung terdapat pada kedua belah ujungnya, maka jumlah tekanannya menjadi 2(P + R). Jika berat batang penggulung *lap* juga diperhitungkan dan misal = L, maka dengan demikian jumlah tekanan batang penggulung *lap* pada kapas (F) = 2 (P + R) + L.
Tekanan pada kapas seberat (F) ini dilakukan sepanjang batang penggulung *lap*, sehingga tekanan kapas/cm = F/panjang batang penggulung *lap* dalam cm.

(i) Tekanan batang penggulung *lap* pada rol penggulung *lap*. *Lap* digulung pada batang penggulung dan ditahan oleh dua penahan *lap*, tekanan besi penggulung F akan terbagi dua dengan tekanan yang sama besar pada tiap-tiap rol penggulung *lap*. Apabila tekanan batang penggulung F tetap, tekanan pada rol penggulung akan berubah-ubah sebanding dengan membesarnya gulungan *lap*. Pada gambar 63.a menunjukkan gulungan *lap* masih kecil dan pada

gambar 63.b menunjukkan gulungan *lap* yang sudah besar.



Gambar 63. Tekanan batang penggulung pada rol penggulung *lap*

F = tekanan dari batang penggulung
f_1 ; f_2 = tekanan pada rol penggulung *lap* pada saat gulungan *lap* kecil
F_1 ; F_2 = tekanan pada rol penggulung *lap* pada saat gulungan *lap* besar
F untuk kedua-duanya adalah sama. Gulungan *lap*se makin besar berarti bahwa sudut α makin kecil atau sudut β semakin besar. Pada gambar a, tekanan F juga terbagi dua sama besar yaitu f_1 dan f_2 , dan pada gambar 5b tekanan F juga terbagi dua sama besar yaitu F_1 ; F_2 .
Sin½α = (F/2) : f1
F1 = (F/2.sin½α)

Dari gambar 63.a dan 63.b terlihat bahwa semakin besar gulungan *lap*, semakin besar sudut. Jika α semakin besar, berarti harga sin ½α makin besar pula sehingga f1 semakin kecil. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin *lap* semakin kecil tekanan pada rol penggulung *lap*nya, demikian juga keadaan sebaliknya.

b) Pengujian mutu hasil

Mutu gulungan *lap* hasil mesin *blowing* perlu diuji. Pengujian tersebut yang terdiri dari uji nomor, kerataan dan % limbah.

(1) Penimbangan berat *lap*

Pengetesan berat tiap gulung *lap* dilakukan dengan menimbang *lap-lap* yang dihasilkan dan jika ternyata menyimpang dari standar, *lap* dikembalikan ke *feeder*. Tes ini dilakukan pada setiap hasil *doffing* ditimbang dan dicatat dalam tabel. Biasanya setiap gulung *lap* diberi toleransi ± 150 gram untuk batas atas dan batas bawah.

(2) Pengujian nomor *lap*

Pengetesan ini dilakukan pada setiap gulungan untuk dicari nomor dari hasil perbandingan panjang pemberat. Biasanya panjang gulungan *lap* untuk setiap kali *doffing* telah ditetapkan panjangnya.

(3) Pengujian kerataan *lap*

Pengetesan ini dilakukan untuk mengetahui kerataan *lap* dengan cara memotong-motong satu gulung *lap* menjadi potongan-potongan 1 yard dan menimbangnya. Dari angka berat per yard dapat diketahui rata atau tidaknya *lap* yang dihasilkan. Tes ini dilakukan satu *lap* setiap hari

(4) Pengujian persen limbah

Pengetesan ini untuk mengontrol besarnya limbah yang terjadi pada mesin *blowing*. Tes ini dilakukan pada setiap pergantian bahan.

c) Perhitungan regangan

(1) Susunan roda gigi mesin scutcher

Pada susunan mesin *blowing*, penghitungan-penghitungan yang dilakukan terutama pada mesin *scutcher* karena mesin ini menghasilkan *lap* yang merupakan akhir dari susunan mesin *blowing*.

(2) Gerakan-gerakan yang terdapat pada mesin *scutcher*

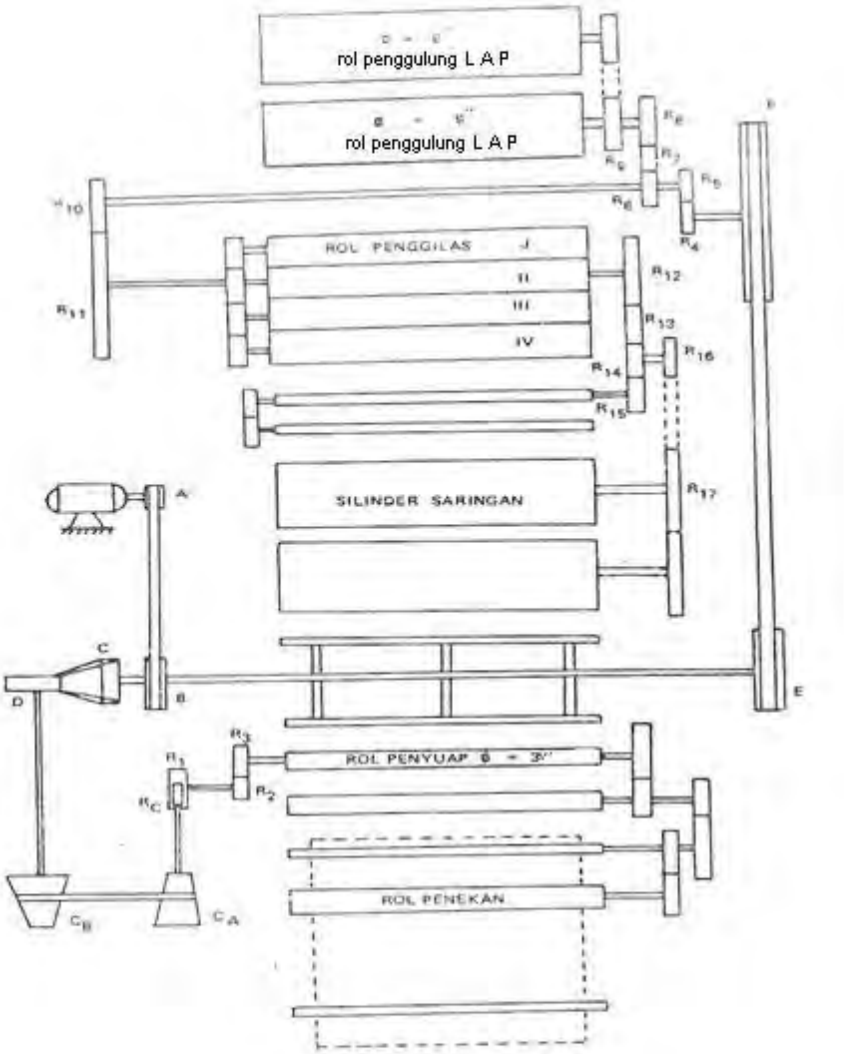
Sebagai contoh diambil mesin *scutcher* type *sacco lowell* seperti terlihat pada gambar 64. Susunan roda gigi (Gambar 64) gerakannya berasal dari motor listrik yang mempunyai kekuatan ± 7 PK dengan putaran antara1200–1400 putaran per menit. Gerakan ini

diteruskan dengan perantaraan puli dan roda roda gigi ke bagian mesin yang lain. Pergerakan-pergerakan yang ada hubungannya dengan perhitungan-perhitungan pada mesin *scutcher* antara lain adalah:

(a) Pergerakan rol penyuap

Gerakan dimulai dari motor yang mempunyai puli sebagai sumber gerakan. Puli A dihubungan dengan puli B dengan perantaraan *belt*. Satu poros dengan puli B terdapat puli C yang menggerakkan puli D dengan perantaraan V–*belt*. Pada poros D terdapat cone-drum C_B sebagai pemutar dan cone drum ini dihubungkan dengan cone-drum C_A yang diputarkan dengan perantaraan *cone belt*. *Cone belt* ini dapat bergeser. Satu poros dengan *cone-drum* C_A terdapat roda gigi R_2 yang berhubungan dengan roda gigi R_3 . Pada roda gigi R_3 dipasang pula rol penyuap. Secara singkat gerakan rol penyuap terjadi sebagai berikut :

Puli A (motor); Puli B; Puli C; Puli D; *Cone-drum* C_B . *Cone-drum* C_A . Roda gigi cacing R_C; Roda gigi cacing R_1; Roda gigi R_2; Roda gigi R_3; dan akhirnya rol penyuap berputar.



Gambar 64. Susunan roda gigi mesin scutcher dengan satu sumber gerakan

Keterangan :
puli A = Ø 5 inci
puli B = Ø 15 inci
puli C = Ø 6 inci
puli D = Ø 8 inci
puli E = Ø 10 inci
puli F = Ø 24 inci
Roda gigi R_1 = 78 inci
Roda gigi R_2 = 20 inci
Roda gigi R_3 = 55 inci
Roda gigi R_4 = 14 inci

Roda gigi R_5 = 88 inci
Roda gigi R_6 = 33 inci
Roda gigi R_7 = 31 inci
Roda gigi R_8 = 47 inci
Roda gigi R_9 = 19 inci
Roda gigi R_{10} = 20 inci
Roda gigi R_{11} = 91 inci
Roda gigi R_{12} = 16 inci
Roda gigi R_{13} = 14 inci
Roda gigi R_{14} = 29 inci
Roda gigi R_{15} = 9 inci
Roda gigi R_{16} = 68 inci
Roda gigi R_{17} = 180 inci

(b) Pergerakan rol penggulung *lap* (*lap roll*)

Puli motor A menggerakkan puli B. Poros puli B merupakan poros *beater* dari mesin *scutcher*. Pada bagian lain dari poros ini terdapat puli E yang berhubungan dengan puli F dengan perantaraan *belt*. Puli F terdiri dari kopling yang dapat memisahkan gerakan antara keduanya. Apabila kopling tidak bekerja maka puli F berputar tanpa memutarkan porosnya.

Sebaliknya, apabila kopling bekerja, poros puli ikut berputar. Pada poros F terdapat roda gigi R_4 yang berhubungan dengan roda gigi R_5. Satu poros dengan R_5, terdapat roda gigi R_6 yang berhubungan dengan roda gigi R_8 dengan perantaraan roda gigi perantara R_7.

Satu poros degan R_8 terdapat rol penggulung *lap*. Secara singkat, pergerakan rol penggulung *lap* terjadi sebagai berikut :

Puli A (motor); Puli B; Puli E; Puli F; Roda gigi R_4; Roda gigi R_5 ; Roda gigi R_6 ; Roda gigi R_7 ; Roda gigi R_8; dan akhirnya *lap roll*.

(c) Pergerakan rol penggilas (*calender-roll*)

Puli motor A berhubungan dengan puli B. Satu poros dengan puli B terdapat puli E yang berhubungan dengan puli F yang dilengkapi kopling pada porosnya. Pada poros puli F terdapat roda gigi R_4 yang berhubungan dengan

roda gigi R_5. Satu poros dengan R_5 terdapat roda gigi R_{10} yang berhubungan dengan roda gigi R_{11}. Pada poros R_{11} terdapat rol penggilas yang saling berhubungan dengan rol penggilas lainnya dengan perantaraan roda-roda gigi. Dari rol penggilas, dapat juga diikuti pergerakan *screen* (silinder saringan). Salah satu poros rol penggilas pada bagian lain terdapat roda gigi R_{12} yang berhubungan dengan roda gigi R_{14} dengan perantaraan roda gigi R_{13}. Satu poros dengan roda gigi R_{14} terdapat roda gigi R_{16} yang berhubungan dengan roda gigi R_{17}. Satu poros dengan R_{17} terdapat *screen* (silinder saringan) yang berhubungan dengan *screen* yang lain dengan perantaraan roda gigi. Secara singkat pergerakan rol rol penggilas dapat diikuti sebagai berikut : Puli motor A. Puli B; Puli E; Puli F; Roda gigi R_4; Roda gigi R_5; Roda gigi R_{10}; Roda gigi R_{11}; Rol penggilas; Roda gigi R_{12}; Roda gigi R_{13}; Roda gigi R_{14}; Roda gigi R_{16}; Roda gigi R_{17}; dan akhirnya silinder saringan (screen).

Mesin *scutcher* tidak semuanya mempunyai satu sumber gerakan yang menggerakkan ketiga pergerakan diatas. Ada juga mesin *scutcher* yang mempunyai dua sumber gerakan. Sumber gerakan yang pertama menggerakkan rol-rol penggilas dan rol-rol *lap*, sedang sumber gerakan yang kedua menggerakkan rol penyuap berikut *lattice* penyuapnya.

(3) Sistem hidrolik pada mesin *blowing*

Sistem hidrolik pada mesin blowing digunakan pada unit mesin *scutcher*, yaitu pada pengaturan tekanan terhadap *lap* oleh *calender roll* maupun pengaturan tekanan terhadap *lap arbour* untuk mengatur kekerasan gulungan *lap*. Kerja kopling pada mesin ini juga diatur dengan menggunakan tekanan udara.

(4) Perhitungan Regangan

Regangan dapat dihitung berdasarkan gambar susunan roda gigi mesin *scutcher*. Dengan

membandingkan antara kecepatan keliling rol pengeluaran dan kecepatan keliling rol pemasukan, didapat suatu angka yang disebut Regangan Mekanik (RM) atau *Mechanical Draft* (MD).

Pada mesin *scutcher*, yang dimaksud de*ngan rolpeng eluaran adalah rol penggulung lap* (*lap-roll*), sedang yang dimaksud dengan rol pemasukan ialah rol penyuap (*feed-roll*). Regangan dapat juga dihitung berdasarkan perbandingan berat bahan yang masuk per satuan panjang tertentu dengan berat bahan yang keluar per satuan waktu yang sama. Dalam hal ini satuan beratmaupun satuan panjang bahan yang keluar dan bahan yang masuk harus sama.

Kecepatan permukaan rol penggulung *lap* = RPM *lap-roll* xπx diameter rol penggulung *lap*. Kecepatan permukaan rol penyuap = RPM rol penyuap xπx diameter rol penyuap atau berdasarkan nomor bahan yang keluar dan nomor bahan yang masuk. Regangan dengan cara ini disebut Regangan Nyata (RN) atau *Actual Draft* (AD).

(a) Tetapan Regangan (TR) atau *Draft Constant* (DC)
Susunan roda-roda gigi pada mesin *scutcher*, umumnya tidak berubah, baik letak atau jumlah giginya. Hanya beberapa roda gigi yang dapat diganti-ganti. Pada regangan terdapat satu roda gigi pengganti, sehingga dapat mengubah besarnya regangan mekanik. Apabila roda gigi pengganti regangan ini dimisalkan sama dengan satu, maka akan didapatkan suatu angka yang disebut Tetapan Regangan (TR) atau draft constant (DC). Menurut susunan roda gigi maka Regangan Mekanik dapat dihitung sebagai berikut:

$$RM = \frac{\textit{Kecepatan permukaan rol penggulung lap}}{\textit{Kecepatan permukaan rol penyuap}}$$

(b) Regangan Nyata (RN) atau *Actual Draft* (AD)

Seperti telah diketahui bahwa tujuan pengerjaan kapas pada mesin scutcher tidak hanya untuk membuat *lap* saja, tetapi juga pembersihan yaitu pemisahan kotoran-kotoran dari kapas. Pada pemisahan kotoran, terdapat kapas yang terbuang dan merupakan limbah (*waste*). Banyaknya limbah yang terjadi tergantung pada *grade* kapas berkisar antara 2 – 5%. Dengan adanya limbah tersebut, berat *lap* yang dihasilkan akan lebih kecil dari pada berat *lap* yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan susunan roda gigi. Misal limbah yang terjadi selama proses pembentukan *lap* adalah sebesar 4%, maka :

Regangan Nyata (RN)=(100/(100-4).RM))

Regangan Nyata dapat juga dihitung berdasarkan perbandingan antara berat bahan yang disuapkan dan berat bahan yang dihasilkan dalam satuan panjang yang sama.

Jadi, Regangan Nyata dapat dihitung sebagai berikut :

$$RN = \frac{\textit{Berat bahan masuk per satuan panjang}}{\textit{Berat bahan keluar per satuan panjang}}$$

(c) Pemeliharaan mesin *blowing*

Pemeliharaan pada mesin blowing meliputi :

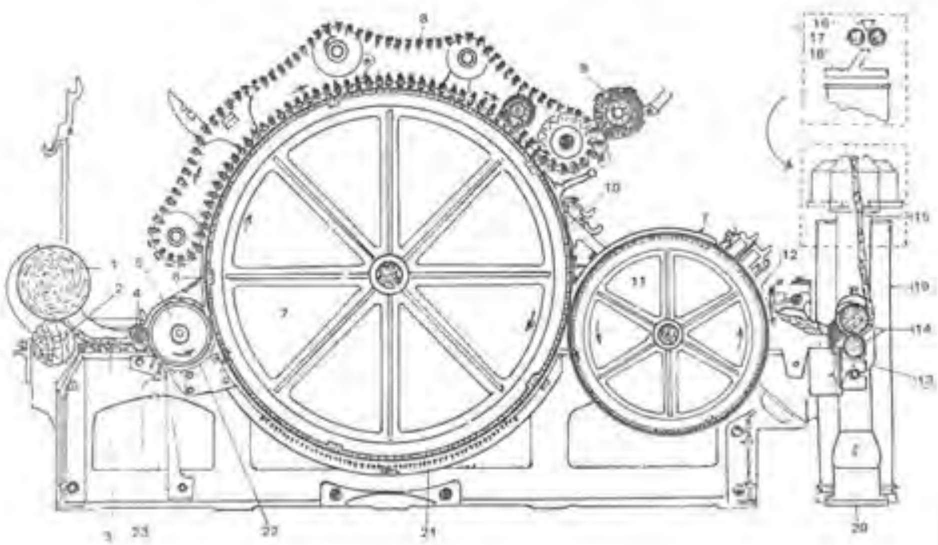
- Pembersihan dan pelumasan *feed roll* setiap 1 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan *calender roll* setiap 6 bulan;
- Pelumasan *bearing cone drum* dan silinder setiap 6 bulan;
- Pelumasan piano regulator setiap 1 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan conveyor setiap 3 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan bearing setiap 3 bulan;
- Pelumasan pada *gear end* setiap 1 tahun;

- Pembersihan ruang *fan* dan *retrum duct* setiap 1 hari;
- *Seting gride bars* dan silinder setiap 3 bulan;
- *Seting botom latice* dan *spike* setiap 6 bulan.

7) Proses di Mesin *Carding*

Mesin *carding* adalah mesin yang mengubah bentuk *lap* menjadi *sliver*. Mesin *carding* yang biasa digunakan untuk mengolah kapas disebut *revolving flatt carding. Lap* hasil mesin *blowing* masih berupa gumpalan-gumpalan kapas yang masih mengandung serat-serat pendek dan kotoran. Gumpalan-gumpalan kapas tersebut masih perlu dibuka dan dibersihkan lebih lanjut pada mesin *carding*. Dengan demikian tujuan penggunaan mesin *carding* antara lain :

- Membuka gumpalan-gumpalan kapas lebih lanjut sehingga serat-seratnya terurai satu sama lain;
- Membersihkan kotoran-kotoran yang masih terdapat di dalam gumpalan kapas sebersih mungkin;
- Memisahkan serat-serat yang sangat pendek dari serat-serat panjang;
- Membentuk serat-serat menjadi bentuk *sliver* dengan arah serat ke sumbu *sliver*. Untuk mencapai tujuan tersebut di atas, maka gumpalan-gumpalan kapas yang berupa *lap* harus dikerjakan pada mesin *carding*.



Gambar 65. Mesin *carding*

Keterangan :
1. Gulungan *lap*
2. *Lap rol*
3. Pelat penyuap
4. Rol penyuap
5. Rol pengambil (*Taker-in/Licker-in*)
6. Pelat belakang
7. Silinder
8. *Flat*
9. Sisir *flat*
10. Pelat depan
11. *Doffer*
12. Sisir *Doffer*
13. Terompet
14. Rol penggilas
15. *Sliver*
16. Terompet
17. Rol penggilas
18. *Coiler*
19. *Can*
20. Landasan berputar
21. Tutup bawah

22. Saringan kotoran
23. Pisau pembersih

(1) Proses bekerjanya mesin *carding*

Gulungan *lap* diletakkan di atas *lap rol*. Melalui pelat penyuap, *lap* tersebut disuapkan ke rol penyuap. Karena perputaran rol penyuap, *lap*isan kapas bergerak ke depan. *Lap*isan kapas yang terjepit oleh rol penyuap dipukul oleh rol pengambil. Karena pukulan ini, gumpalan-gumpalan kapas menjadi terbuka dan kotoran-kotorannya terpisah oleh adanya dua pisau pembersih. Kotoran-kotoran ini akan melalui sela-sela batang saringan yang terdapat di bawah rol pengambil. Kapas yang terbawa oleh rol pengambil, kemudian dibawa ke depan sampai bertemu dengan permukaan silinder yang bergerak lebih cepat. Karena arah jarum-jarum pada permukaan silinder searah dengan jarum-jarum rol pengambil yang bergerak lebih lambat, serat-serat yang berada di permukaan rol pengambil akan dipindahkan ke

permukaan silinder dan terus dibawa ke atas. Kecepatan silinder jauh lebih besar daripada kecepatan *flat* dan kedudukannya saling berhadapan. Hal ini mengakibatkan *lap*isan kapas yang terdapat di antara kedua permukaan tersebut akan tergaruk dan terurai. Serat-serat pendek beserta kotoran-kotorannya akan menempel pada jarum-jarum *flat*. Oleh sisir *flat*, *lap*isan kapas digaruk hingga lepas dari jarum-jarum *flat*. Serat kapas yang menempel pada jarum-jarum pada permukaan silinder terus dibawa ke bawah sampai titik singgung dengan permukaan *doffer*. Karena kecepatan *doffer* lebih kecil daripada kecepatan silinder, maka *lap*isan kapas akan menumpuk pada permukaan *doffer*, sehingga menjadi *lap*isan kapas yang cukup tebal. *Lap*isan ini oleh *doffer* kemudian dibawa ke arah sisir *doffer* yang mempunyai gerakan berayun ke atas dan ke bawah. Sisir *doffer* mengelupas *lap*isan serat kapas yang sangat tipis yang disebut *web*. *Web* yang menggantung bebas kemudian dengan tangan dimasukkan ke terompet dengan menggunakan tangan. Dari terompet tersebut masuk ke rol penggilas dan keluar dengan bentuk baru yang disebut *sliver*. *Sliver* tersebut dengan tangan dimasukkan ke terompet, kemudian masuk ke rol penggilas, lalu ke *coiler* dan ditumpuk di dalam *can*. *Sliver* yang masuk ke dalam *can* dapat tersusun dan tertumpuk dengan rapi karena bukan hanya *coiler* yang berputar tetapi *can* juga berputar di atas landasan yang berputar.

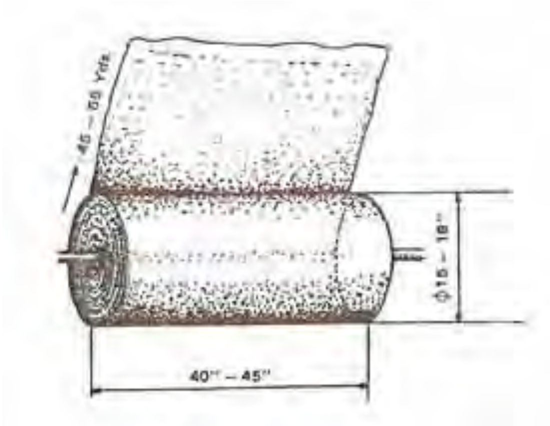
(2) Bagian-bagian mesin *carding*

(a) Bagian penyuapan

Bagian penyuapan bertujuan untuk :

- Membuka gulungan *lap;*
- Menyuapkan *lap;*
- Melakukan pembukaan pendahuluan terhadap *lap*isan kapas;
- Menipiskan *lap*isan kapas agar mudah diuraikan;
- Memisahkan kotoran dari serat;
- Memindahkan kapas secara merata ke permukaan silinder.

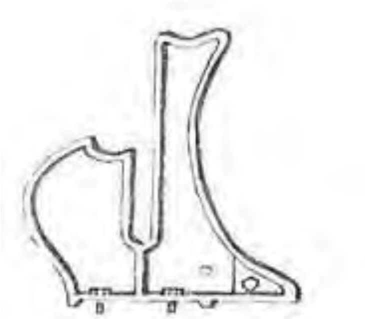
Bagian penyuapan *lap*isan kapas terdiri dari sebuah *lap rol* yang mempunyai permukaan beralur, dengan diameter kurang lebih 6 inci dan panjang selebar mesin *carding*. Agar putaran gulungan *lap* dapat diatur dan tidak miring atau slip, di kanan dan kiri *lap rol* dipasang tiang (*lap stand*) yang memiliki celah-celah di mana *lap roll* ditempatkan. Bagian atas tiang mempunyai lekukan yang digunakan untuk meletakkan cadangan gulungan *lap*.



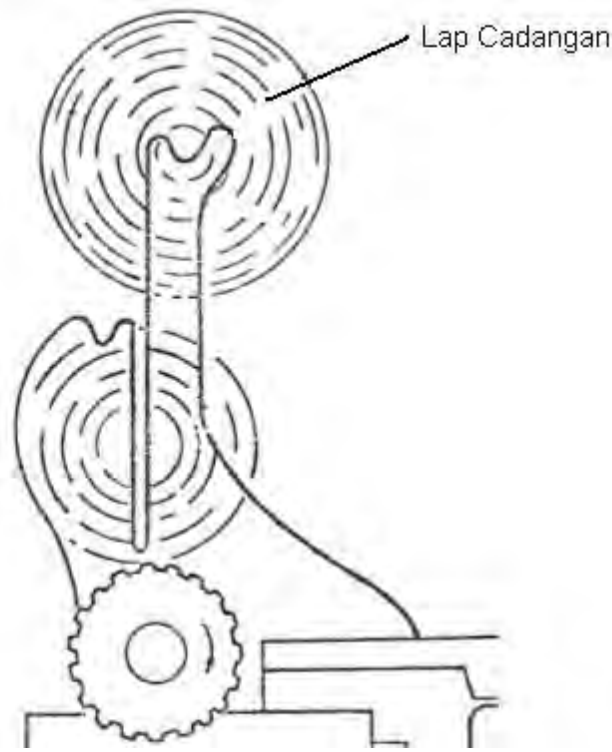
Gambar 66. Gulungan *lap*



Gambar 67. *Lap roll*



Gambar 68. *Lap stand*

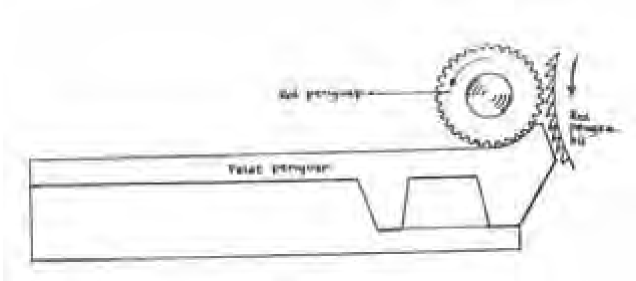


Gambar 69. *Lap* cadangan

(b) Pelat penyuap

Pelat penyuap ini berfungsi sebagai penghubung antara *lap rol* dan rol penyuap yang ada didepan. Pelat ini mempunyai permukaan atas yang rata serta licin dan terbuat dari besi tuang yang ujung depannya melengkung sedikit ke atas sesuai dengan ukuran dari rol penyuapnya, serta mempunyai hidung yang disesuaikan dengan *rol* pengambilnya.

Bentuk hidung pelat penyuap ini bermacam-macam tergantung pada serat yang akan dikerjakannya. Pada umumnya hidung pelat penyuap mempunyai bentuk seperti gambar dibawah ini.



Gambar 70. Pelat penyuap

(c) Rol penyuap (*feed roller*)

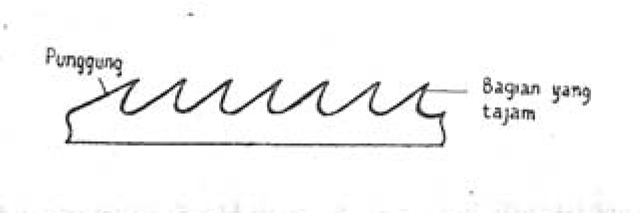
Rol penyuap dibuat dari besi dengan diameter antara 2¼-3 inci dan mempunyai permukaan yang teratur. Panjang rol penyuap ini sama dengan lebar pelat penyuapnya dan berfungsi untuk memegang sementara serat yang disuapkannya. Bentuk alur pada permukaannya relatif lebih dalam dan lebih tajam daripada rol penyuap *lap*isan kapas sehingga dapat menjepit/memegang serat dengan ken*can*g. Rol penyuap ini terletak di atas ujung depan pelat penyuap yang melengkung ke atas dengan jarak antara yang semakin merapat di bagian depannya. Dengan adanya pembebanan yang cukup, serat yang melaluinya seakan-akan dipegang/dijepit oleh rol dan pelat penyuapnya. Sistem pembebanannya dapat menggunakan per atau bandul.bandul memiliki tekanan yang tidak berubah-ubah, sementara per memiliki daya pegas yang semakin lama semakin berkurang. Oleh karena itu, system bandul lebih lazim digunakan. Fungsi dari pelat dan rol penyuap ini ialah untuk menyuapkan *lap*isan kapas kedepan dengan kecepatan tetap serta menjepitkannya selagi rol pengambil (*taker-in*) menjalankan pembukaan. Kecepatan dari rol penyuap ini dapat diubah-ubah dengan mengganti roda gigi pengganti, sesuai dengan regangan (*draft*)yang dikehendakinya.

(d) Rol pengambil (*taker-in/licker-in*)

Rol pengambil ini adalah suatu silinder yang mempunyai diameter kurang lebih 9 inci dengan panjang selebar mesin *carding*nya (40–45 inci). Permukaan silinder ditutup dengan gigi yang tajam seperti gigi gergaji yang

berbentuk segi tiga dan dikenal dengan nama *garnet wire*.

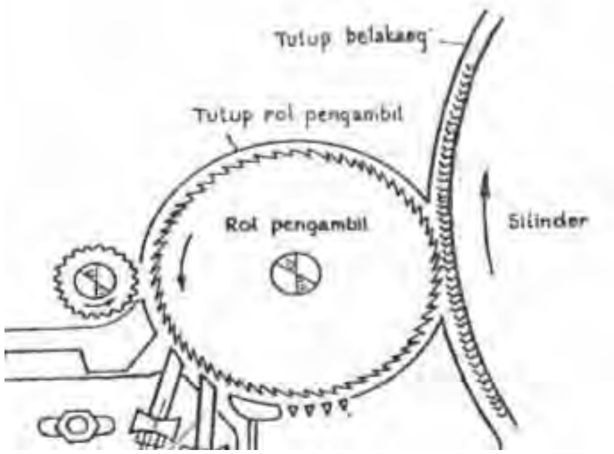
Bentuk dan banyaknya gigi gergaji ini disesuaikan dengan jenis dan sifat serat yang diolahnya. Bentuk gigi gergaji yang tajam pada rol pengambil dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 71. Bentuk dari gigi-gigi pada *taker-in*

Pada umumnya banyaknya gigi per feet untuk serat kapas adalah antara 4000–5000 gigi atau kurang lebih 5 gigi/cm². Poros rol pengambil mempunyai landasan (*bearing*) yang dapat digeser mendekati atau menjauhi silinder, sehingga jarak antara rol pengambil dan silinder dapat diatur. Bagian gigi gergaji yang tajam yang digunakan untuk membuka serat membentuk sudut sudut kurang lebih 80° dengan alasnya. Sementara arah kawat parut pada permukaan silinder mempunyai sudut sebesar 75° sehingga dapat menyapu bagian punggung dari gigi gergaji tersebut pada jarak yang dekat dan memungkinkan untuk mengelupas dan membawa serat yang ada di rol pengambil. Seperti terlihat pada gambar 72, arah putaran rol pengambil memungkinkan gigi-gigi gergaji yang tajam mengarah ke bawah pada saat memukul dan membuka serat yang disiapkan oleh rol penyuap yang bergerak relatif sangat lambat (kurang dari 1 rpm), yang menyebabkan serat yang disuapkan tersebut mengalami pukulan beberapa kali sehingga serat sekaligus dapat dibuka. Namun demikian karena jarak antara titik jepit rol penyuap dan gigi gergaji sering lebih panjang dari panjang serat, pencabutan serat dalam bentuk gumpalan-gumpalan kecil kadang-kadang tidak dapat dihindari. Untuk menghindari hal ini maka bentuk hidung pelat penyuap perlu disesuaikan dengan panjang. Bagian atas dari rol pengambil ditutup dengan pelat yang

melengkung untuk menahan kemungkinan terlepasnya serat serat yang ada di permukaan rol pengambil

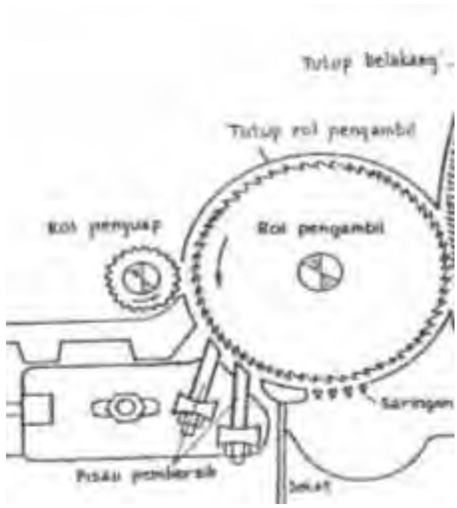


Gambar 72. Rol pengambil dan silinder

(e) Pisau pembersih (*mote knife*) dan saringan bawah (*under grid*)

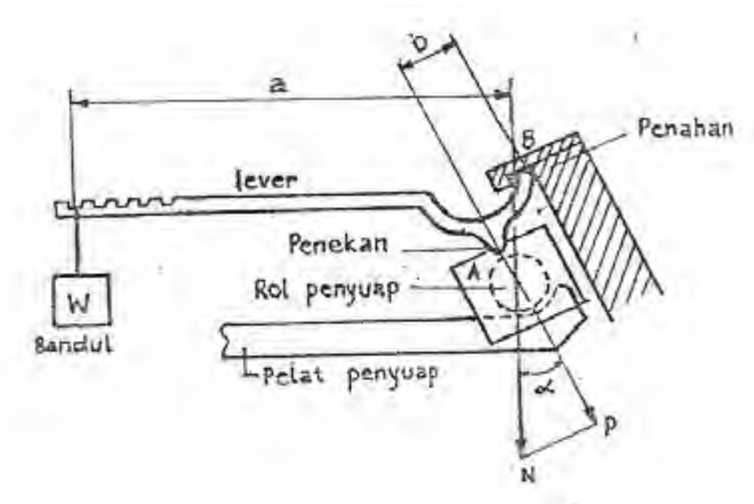
Untuk membersihkan serat (kapas) dari patahan batang dan daun yang kering, debu, serta kotoran-kotoran lain yang masih terbawa dalam kapas, dua buah pisau pembersih dipasang di bawah *taker-in*. Jumlah kotoran yang masih terbawa dalam *lap* diperkirakan antara seperempat sampai setengahnya yang ada di kapas mentahnya dan berada ditengah-tengah gumpalan-gumpalan yang kecil dari serat kapas yang ada dalam *lap*, sehingga untuk membersihkan secara cermat diperlukan tingkat pembukaan dan pembersihan yang lebih teliti lagi daripada yang dikerjakan di mesin pembuka (*blowing*). Biasanya, pada mesin *carding* terdapat dua buah pisau. Ukuran pisau tersebut sama dengan ukuran *taker-in*, yaitu panjang Antara 40-45" dan lebar 2⅜". Jarak antara pisau tersebut dan *taker-in* memungkinkan kotoran yang dibersihkan dapat jatuh melewati celah diantaranya. Pisau pembersih memiliki mata pisau yang tajam menghadap ke permukaan *taker-in*. bagian yang tajam ini dan besar sudut atau kemiringan dapat disetel mendekati atau menjauhi permukaan *taker-in*. Pisau-pisau ini membuat sudut 30º terhadap garis

vertikal. Pada saat kapas disuapkan oleh rol penyuap dengan kecepatan 1 ft/menit dan mendapatkan pukulan/cabitan gigi-gigi *taker-in* yang tajam, dengan kecepatan permukaannya kurang lebih 1000 ft/menit, pembukaan yang sempurna diharapkan telah terjadi sehingga kotoran-kotoran yang ada dalam kapas telah terbuka. Dengan adanya pisau pembersih yang letaknya dekat dengan permukaan *takerin*, kotoran-kotoran tersebut akan tertahan dan terlepas dari serat kapasnya. Untuk membantu agar serat-serat kapas yang panjang tidak ikut terpisah oleh pisau-pisau pembersih dan jatuh ke bawah *taker-in*, di belakang pisau pembersih dan di bawah permukaan *taker-in* dipasang sejenis saringan untuk menjaga jangan sampai terlalu banyak serat yang jatuh ke bawah. Saringan bawah ini biasanya terdiri dari beberapa batang yang dipasang di bawah *taker-in* dengan celah-celah diantaranya serta lembaran mental yang berlubang-lubang yang diletakkan dibelakangnya dan menutupi permukaan bawah *taker-in*. Dengan adanya saringan ini, serat-serat panjang yang terbawa oleh *taker-in* tetap tertahan, namun kotoran kotoran serta serat-serat yang pendek dapat jatuh ke bawah. Jarak antara saringan dan permukaan *taker-in* dapat diatur sesuai dengan tingkat kebersihan kapas, dan biasanya dekat pisau pembersih jarak Antara saringan dan permukaan *taker-in* agak longgar dan semakin ke belakang jaraknya semakin rapat. Di bawah *taker-in* terdapat sekatan sehingga limbah yang berasal dari pisau pembersih yang biasanya terdiri dari kotoran-kotoran, pecahan-pecahan batang dan daun kapas jatuh ke bawah di belakang sekatan, sedang limbah yang berasal dari saringan yang lebih banyak mengandung serat-serat kapas akan jatuh kebawah di depan sekatan.



Gambar 73. Rol pengambil, pisau pembersih dan saringan

(f) Tekanan pada rol penyuap
Agar serat yang disuapkan ke rol pengambil tidak mudah dicabut pada saat terkena pukulan/ pembukaan dari rol pengambil, serat yang disuapkan tersebut harus dipegang/dijepit antara rol penyuap dan pelat penyuap. Jepitan ini diperoleh dengan memberikan tekanan atau beban pada rol penyuap. Sistem pembebasan yang sederhana pada rol penyuap ini dapat mempergunakan bandul, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 74. Sistem pembebanan

Seperti terlihat pada gambar di atas, karena adanya beban dari bandul W dan ujung lengan sebelah kanan tertahan oleh penahan, penekan akan memberikan tekanan pada rol penyuap di A. Besar tekanan ini dapat diatur dengan mengubah-ubah letak bandul dan dapat dihitung sebagai berikut. Misal besarnya tekanan akibat bandul W tersebut pada rol penyuap sebesar P, jarak gaya tekan P terhadap penahan dititik B sama dengan b, sedangkan jarak bandul terhadap titik B sama dengan a, berat rol penyuap sama dengan N sudut antara N dan P = α, dan jika kita ambil momen terhadap titik B akan diperoleh:

W.a – P.b = atau P =(a/b).W.

Jadi:

W	=	20 lbs
a	=	10,75 inci
b	=	1,25 inci
maka		
P	=	(10,75/1,25)x 20
	=	172 lbs

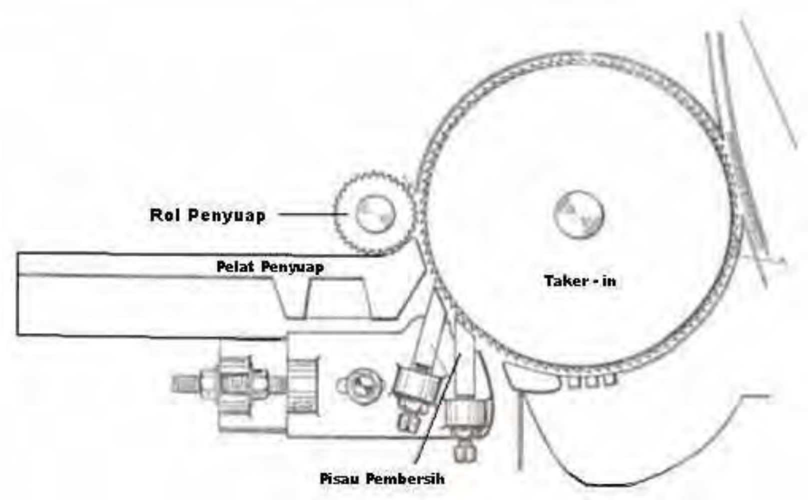
Karena beban tersebut dikenakan pada kedua ujung rol penyuap, besar pembebanan atau tekanan pada rol penyuap tersebut sebesar 2 x P. Jika berat rol penyuap = N, jumlah tekanan yang dikenakan pada serat yang dijepitnya menjadi 2 P + N cosα.

Dalam praktiknya besar α antara 35º dan 45º dan panjang rol penyuap (L) antara 40–45 inci, sehingga jepitan yang dikenakan kepada setiap lebar 1 inci dari *lap*isan serat adalah :

Jepitan/inci=2 *P* α*N* cosα/L

(g) Mekanisme pemisahan kotoran dari serat pada *taker-in*

Sebagaimana yang telah dikemukakan sebelumnya, *taker-in* mempunyai putaran yang cukup tinggi dan karena adanya saringan dan tutup diantaranya, terjadilah semacam aliran udara pada permukaannya. Karena jarak saringan bawah yang semakin merapat ke belakang, dapat dimengerti jika tekanan udara didepan lebih besar daripada di belakang (daerah rol penyuap).



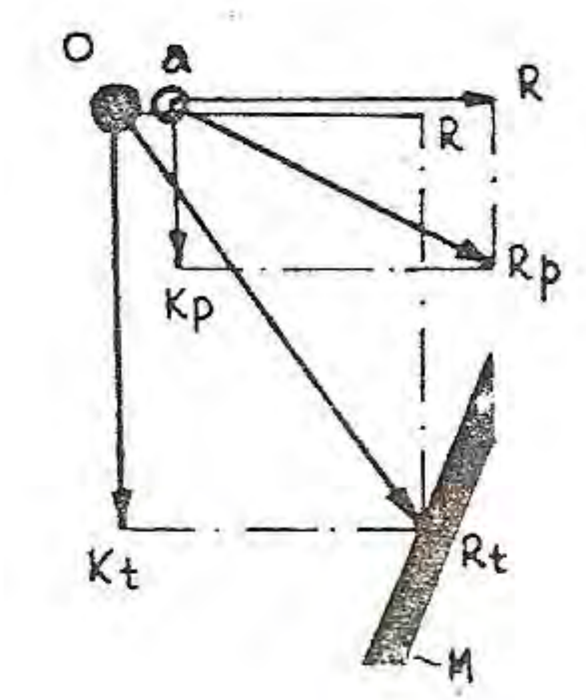
Gambar 75. Bagian dari rol pengambil

Terjadinya pemisahan kotoran dari serat pada *taker-in* dapat diterangkan sebagai berikut :

Kalau pada jarak yang sama (D) dari pusat *taker-in*, terdapat kotoran dan kapas, maka gaya centrifugal yang bekerja padanya, masing-masing ialah :

K	=	$M(V^2/R)$
Kt	=	$(bt/g)\omega^2R$
Kp	=	$(bk)g.\omega^2.R$
Kt	=	gaya entrifugal pada kotoran
Kp	=	gaya entrifugal pada kapas
bt	=	berat kotoran
bk	=	berat kapas
m	=	massa
V	=	kecepatan permukaan
ω	=	kecepatan sudut
R	=	jarak dari titik pusat *taker-in*
G	=	gaya tarikan bumi

Berat jenis kotoran pada umumnya lebih besar daripada berat jenis kapas, bt > bk sehingga Kt > Kp. Agar kotoran dapat jatuh ke bawah dan serat tetap terbawa oleh *taker-in*, diatur sedemikian rupa sehingga Kt > T > Kp di mana T = Ti – To. Dengan demikian, jika kedua gaya yang bekerja pada kotoran dan kapas kita jumlahkan, resultantenya masing-masing seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 76. Gaya-gaya yang bekerja pada kotoran dan kapas

Keterangan:

o = kotoran
a = kapas
R = Ti – To = aliran udara
M = pisau pembersih
Rp = resultante pada kapas
Rt = resultante gaya pada kotoran

Di mana Rt > Rp Karena Kt > R > Kp, maka Rt > Rp dan arah Rt lebih cenderung ke bawah, sehingga kotoran terlempar ke arah bawah. Karena terlemparnya kotoran ke bawah serta posisi pisau pembersih, kotoran akan tertahan dan jatuh ke bawah dan karena Rp tampak searah dengan R, kapas akan terus terbawa oleh putaran *taker-in*.

(3) Bagian penguraian

Bagian ini merupakan bagian utama dari mesin *carding*, di mana terjadi penguraian gumpalan-gumpalan serat menjadi serat-serat yang terpisah satu sama lainnya. Bagian ini terdiri

dari silinder utama, pelat depan dan pelat belakang, *flat*, dan saringan silinder (*silinder screen*)

(a) Silinder utama

Silinder utama dari mesin *carding* merupakan jantung dari semua kegiatan pada mesin *carding*. Bagian-bagian mesin carding yang lain dipasang di sekeliling silinder utama dan secara langsung atau tidak langsung disesuaikan dengan silinder utama tersebut. Silinder ini dibuat dari besi tuang yang berbentuk seperti drum dengan garis tengah kurang lebih 50 inci serta lebar 40 atau 45 inci. Permukaan dalam dari silinder ini diperkuat dengan besi. Pada kedua penampang sisi kiri dan kanannya dipasang kerangka seperti halnya jari-jari pada roda dan ditengahnya dipasang poros. Di antara jari-jari pada penampang tersebut ditutup dengan pelat besi untuk menghindari kemungkinan timbulnya aliran udara yang tidak dikehendaki. Poros tersebut merupakan sumbu putar permukaan silinder dan diletakkan diatas suatu kerangka dengan menggunakan landasan (*bearing*) pada kedua ujungnya. Kerangka di mana poros tersebut diletakkan terdiri dari dua pasang kerangka panjang yang dihubungkan di bagian depan dan belakang dengan kerangka penguat. Untuk mencegah terjadinya getaran-getaran yang tidak dikehendaki, silinder tersebut dibuat seimbang (*dynamically balanced*) serta permukaannya dibuat konsentrik terhadap titik pusatnya. Untuk keperluan memasang *flexible-wire* clothing, pada permukaannya dibuat lubang-lubang ke arah melintang dari putarannya sebanyak empat sampai enam baris dan lubang tersebut kemudian ditutup rapat dengan kayu sehingga rata dengan permukaannya. Jika menggunakan *metalic-wire*, lubang tersebut tidak perlu dibuat. Permukaan silinder tersebut kemudian ditutup dengan *card clothing*, sehingga menyerupai permukaan parut. Pemasangan *card clothing* ini harus dilakukan secara khusus agar permukaannya rata, terutama pada awal dan akhir pemasangannya. Pada umumnya *card clothing* yang digunakan mempunyai ujung yang tajam seperti kawat parut sebanyak 400 sampai 650 buah setiap inci persegi (90 s/d 130 *counts*) atau kurang lebih sebanyak 3.000.000 buah pada permukaan silinder yang

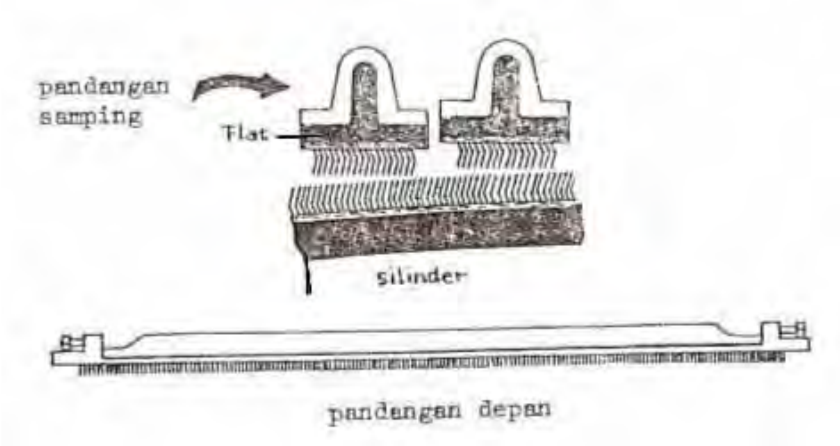
mempunyai garis tengah 50 inci serta lebar 40 inci. Ujung-ujung kawat yang tajam pada permukaan silinder tersebut menghadap ke arah putaran silindernya dan berputar dengan kecepatan 2.200 ft/menit. Kecepatan putaran silinder pada mesin *card* biasanya berkisar antara 155 sampai 170 putaran per menit tergantung pada serat yang diolahnya. Pada umumnya semakin panjang seratnya, semakin rendah putarannya. Jika kita perhatikan hubungan antara *taker-in* dan silinder telah seperti yang terlihat pada gambar 76, yaitu arah gigi yang tajam pada *taker-in* juga menghadap kearah putaran *taker-in* dan keduanya (*taker-in* dan silinder) bergerak kearah pada titik singgungnya. Namun, karena kecepatan permukaan *taker-in* kurang lebih hanya setengah kecepatan permukaan silinder, ujung-ujung yang tajam dari bawah atau gigi-gigi pada permukaan silinder menyapu punggung gigi gergaji pada *taker-in* dititik singgung antara keduanya. Karena jarak antara kedua permukaan tersebut sangat dekat (0,007inci), serat-serat yang ada di permukaan *taker-in* akan terkelupas dan terbawa ke permukaan silinder. Pada kedua sisi silinder tersebut terdapat kerangka dengan enam penyangga untuk menempatkan *card flat* dan peralatannya. Penyangga ini dapat disetel naik atau turun dengan memutar skrupnya, sehingga jarak antara permukaan-permukaan *flat* dan silinder dapat diatur sesuai dengan keperluannya. Pada kedua sisi kerangka tersebut juga ditempatkan pelat-pelat yang melengkung dan konsentris dengan silindernya untuk menahan serat-serat yang mungkin beterbangan pada waktu penguraian atau penggarukan.

(b) Pelat depan dan pelat belakang

Bagian depan silinder antara *flat* dan *doffer* ditutup dengan pelat-pelat yang melengkung seperti permukaan silindernya, demikian pula bagian belakang silinder antara *flat* dan *taker-in*. Penutupan permukaan silinder pada bagian-bagian tersebut dimaksudkan agar serat-serat yang ada di permukaan silinder tidak beterbangan kemana-mana meskipun terjadi aliran udara selama proses berlangsung.

(c) Top *flat*

Top *flat* pada mesin *carding* dibuat dari batang besi yang mempunyai penampang seperti huruf T. Panjang *top flat* ini sama dengan lebar mesin *carding.* Lebar permukaan atas *flat* yang datar tersebut kurang lebih 1 3/8 inci (± 35 mm). Pada permukaan yang datar ini ditutup dengan *card clothing*, sehingga permukaannya menyerupai parut. Bentuk penampang yang seperti huruf T tersebut dimaksudkan untuk memperkuat permukaan *flat*, sehingga *flat* tidak mudah melengkung pada saat penggarukan.



Gambar 77. Penampang melintang dan memanjang dari *flat carding*

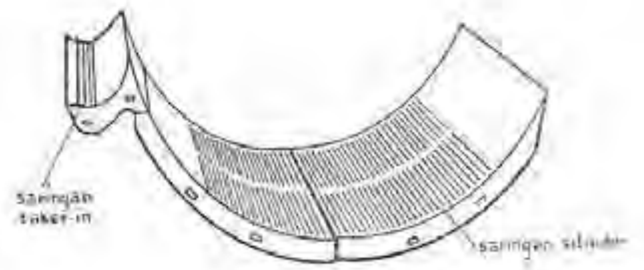
Pada umumnya mesin *carding* memiliki 110 *flat* yang masing-masing dipasang pada mata rantai sehingga membentuk seperti *conveyor*. Dari 110 *flat* tersebut hanya 45 buah saja yang menghadap ke bawah kearah permukaan silinder dan berjalan ke depan pada posisi kerjanya (*working position*), sementara *flat-flat* yang lain berada di atasnya dan bergerak ke belakang dalam keadaan tidak bekerja. Pada posisi bekerja, ujung *flat* yang tidak tertutup dengan *card clothing*, diletakkan dan menyelusur ke depan diatas *flexible* benda yang ada di sisi silinder. Letak *flat* pada rantai adalah sedemikian rupa, sehingga pada saat *flat* tersebut menyelusur ke depan di atas *flexible bend* dalam posisi kerjanya menutup rapat permukaan silinder. Selama *flat* bergerak kebelakang dalam posisi tidak bekerja, *flat* tersebut dilalukan melalui piringan-piringan, sedang bergeraknya

flat ersebut disebabkan karena perputaran roda gigi *sprocket* yang terpasang di bagian depan.

(d) Saringan silinder (*cylinder screen*)

Saringan silinder merupakan penutup atau saringan bagian bawah silinder. Fungsinya adalah sebagai berikut:

- menahan kapas yang ada di permukaan silinder agar tidak jatuh ke bawah.
- membiarkan kotoran-kotoran, debu, dan serat-serat pendek jatuh melalui celah-celah saringan. Saringan silinder terdiri dari:
  - pelat logam sepanjang 13 inci di bagian belakang.
  - batang-batang saringan sejumlah 52 buah yang merentang sepanjang 36 inci.
  - pelat logam sepanjang 11inci di bagian depan.



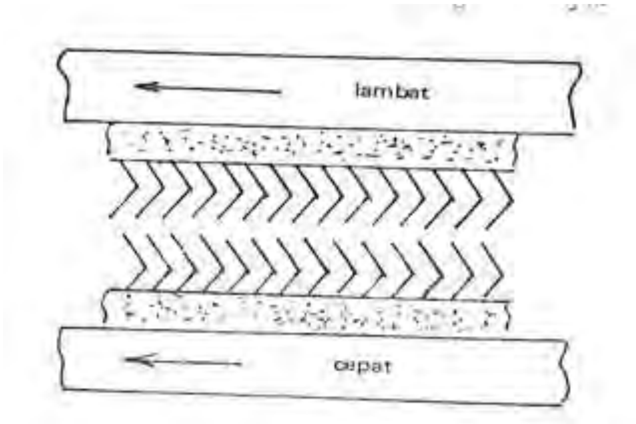
Gambar 78. Saringan silinder (*cylinder screen*)

Pemasangan saringan silinder di bagian depan disetel 0,18 inci dari permukaan silinder. Bagian tengah tepat di bawah poros silinder disetel 0,058 inci. Bagian belakang yang dekat dengan *taker-in* disetel 0,029 inci. Perlu diperhatikan bahwa penyetelan tersebut mula-mula renggang pada saat kapas mulai masuk di bagian bawah dan penyetelan semakin lama semakin rapat. Dengan cara demikian, kapas yang tidak terambil oleh *doffer* akan terbawa ke bawah oleh putaran silinder. Karena perputaran silinder tersebut, kapas akan terlempar kelua oleh adanya gaya sentrifugal, dan kemudian tertahan oleh pelat saringan bagian depan. Karena jarak antara saringan dan permukaan silinder disetel semakin

kebelakang semakin rapat, kapas dipaksa merapat ke permukaan silinder lagi. Prinsip penyetelan yang demikian berlaku juga untuk saringan *taker-in*. Perbedaannya adalah jarak antara saringan dan permukaan *taker-in* disetel semakin ke depan semakin rapat.

Saringan silinder tidak banyak memerlukan pemeliharaan. Hanya pada waktu-waktu tertentu saja saringan silinder harus dibersihkan, diperiksa serta diluruskan dan disetel kembali. Limbah yang ada di bawah saringan ini seharusnya terdiri dari serat-serat pendek saja yang bercampur dengan kotoran atau debu dan berwarna kecoklat-coklatan atau abu-abu. Apabila limbah berwarna keputih-putihan, menandakan bahwa banyak serat-serat panjang yang terbuang. Untuk membetulkannya, penyetelan perlu dirapatkan.

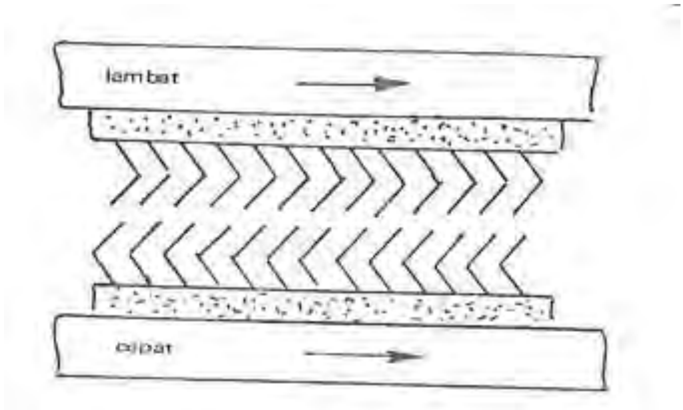
(e) Gerakan pengelupasan (*stripping action*)
Stripping action adalah suatu kegiatan yang diperlukan untuk mengelupas/memindahkan serat yang sudah berupa *lap*isan. *Stripping action* terjadi apabila arah bagian jarum yang tajam pada kedua permukaan sama. Kecepatan kedua permukaan adalah sedemikian rupa sehingga bagian jarum yang tajam pada permukaan yang bergerak cepat, seakan-akan menyapu bagian jarak yang tumpul pada permukaan yang dilaluinya.



Gambar 79. *Stripping action*

(f) Gerakan penguraian (*carding action*)

Carding action adalah suatu kegiatan yang digunakan untuk membuka dan menguraikan serat yang masih berupa gumpalan-gumpalan. *Carding action* terjadi apabila arah bagian jarum yang tajam pada kedua permukaan yang bergerak berlawanan arah. Kecepatan kedua permukaan tersebut adalah sedemikian rupa sehingga bagian jarum yang tajam pada permukaan yang bergerak lebih cepat seakan-akan beradu dengan bagian jarum yang tajam dari jarum pada permukaan yang dilaluinya.



Gambar 80. *Carding action*

(g) Pemisahan serat pendek dari serat panjang

Proses ini terjadi pada saat *lap*isan kapas yang berada diantara permukaan silinder dan permukaan *top flat* (yang aktif) tergaruk dan terurai. Serat pendek yang mempunyai ikatan dengan jarum silinder relatif lebih kecil dibanding serat panjang akan terlepas ikatannya dengan jarum-jarum silinder dan menempel pada jarum-jarum *top flat*. Berpindahnya serat pendek dari permukaan silinderke permukaan *top flat* juga dibantu oleh adanya gaya sentrifugal yang timbul dari putaran silinder itu sendiri. Serat pendek yang menempel pada jarum-jarum *top flat* selanjutnya dibawa *top flat* untuk dikupas dan dibuang.

(4) Bagian pembentukan dan penampungan *sliver*

Bagian pembentukan dan penampungan *sliver* merupakan bagian terakhir dari mesin *carding* dan berfungsi untuk

membentuk serat-serat yang telah diurai dan dibersihkan sebelum menjadi *sliver* dan kemudian ditampung kedalam *can*. Bagian ini terdiri dari :

- *Doffer*
- Sisir *doffer* (*doffer comb*)
- Rol penggilas (*calender roll*)
- *Coiler*

Pada gerakan penguraian (*carding action*), selain serat-serat terurai satu sama lainnya, sebagian dari serat ternyata berpindah dari permukaan yang bergerak lebih cepat (silinder) ke permukaan yang bergerak lebih lambat (*flat*). Semakin cepat *flat* bergerak semakin banyak serat yang dipindahkannya. Prinsip pemindahan ini digunakan untuk memindahkan serat-serat yang ada dipermukaan silinder dengan menggunakan silinder yang lebih kecil yang ditempatkan di depan silinder. Silinder yang lebih kecil ini disebut *doffer* dan permukaannya ditutup dengan *card clothing* yang arah jarum tajamnya berlawanan dengan jarum yang ada di silinder sehingga terjadi gerakan *carding*. Pada titik singgungnya, silinder dan *doffer* sama-sama bergerak ke bawah dan karena kecepatan permukaan *doffer* relatif lebih lambat dari kecepatan permukaan silinder (kurang lebih seperduapuluhnya), serat-serat yang ada di permukaan silinder akan pindah ke permukaan *doffer* dan di bawa ke depan. *Lap*isan tipis dari serat-serat yang ada di permukaan *doffer* ini disebut *web* dan jumlahnya cukup untuk dibuat menjadi *sliver*. Bagaimana terjadinya pemindahan yang hampir secara keseluruhan dari silinder ke *doffer* ini, sampai sekarang masih belum diketahui benar-benar walaupun diperkirakan terjadinya pemindahan tersebut karena adanya beberapa faktor yang membantu sebagai berikut:

(a) Permukaan *doffer* yang bersinggungan dengan silinder selalu bersih dari serat.

(b) *Card clothing* yang digunakan pada *doffer* selalu lebih halus (10 nomor lebih halus) daripada yang digunakan pada silinder sehingga card clothing pada *doffer* mempunyai lebih banyak jarum per satuan luas dan daya sangkut.

(c) Karena keduanya berbentuk lingkaran, silinder dan *doffer* bertemu pada suatu titik singgungnya saja dan segera

berpisah setelah serat berpindah dari silinder ke *doffer* sehingga kesempatan untuk berpindah lagi ke silinder hampir tidak ada.

(d) Gaya sentrifugal yang berasal dari putaran silinder yang cepat cenderung membantu serat-serat yang ada dipermukaannya dilemparkan ke *doffer* dan karena putaran *doffer* jauh lebih lambat, perpindahan dari *doffer* ke silinder tidak terjadi.

(e) Adanya aliran udara antara kedua permukaan tersebut diduga membantu pemindahan serat-serat. Serat-serat yang ada dipermukaan *doffer* ini setelah dibawa ke depan dikelupas oleh sisir *doffer* (*doffer comb*) dan berbentuk *lap*isan tipis dari serat yang disebut *web*, sehingga permukaan yang bersinggungan dengan silinder selalu bersih dan siap untuk menampung serat-serat dari permukaan silinder lagi. Berat *web* telah disesuaikan dengan berat *sliver* yang diinginkan, sehingga untuk mengubah menjadi *sliver*, *web* tersebut cukup dikumpulkan menjadi satu dan dilakukan melalui suatu terompet. Serat-serat tersebut bergabung menjadi satu dan kemudian digilas antara sepasang rol penggilas untuk lebih merapatkan serat-serat dalam *sliver* tersebut. *Sliver* tersebut kemudian ditampung dalam suatu *can* dan cara meletakkannya diatur sedemikian rupa, sehingga susunan *sliver* dalam *can* tersebut berbentuk seperti kumparan (*coil*).

- *Doffer*

  Pada prinsipnya bentuk dan konstruksi *doffer* tidak banyak berbeda dengan silinder. Perbedaan antara keduanya antara lain terletak pada hal-hal sebagai berikut :

  - Silinder berdiameter kurang lebih 50 inci, sementdiara *doffer* berdiameter sekitar 27 inci.
  - *Card clothing* yang digunakan untuk menutup permukaan *doffer*, biasanya 10 nomor lebih halus daripada yang digunakan untuk menutup silinder. Jadim jika silinder menggunakan *card clothing* nomor 110, maka *doffer* menggunakan *card clothing* nomor 120.

- *Bearing* (landasan) pada silinder tetap pada kerangkanya, sedang *bearing* atau landasan untuk *doffer* prinsipnya dapat diatur, sehingga jarak antara permukaan silinder dan *doffer* dapat diatur sesuai dengan keperluannya. Jarak ini biasanya sekitar 0,007 inci dan sangat penting artinya jika kita menginginkan hasil yang baik.
- Jika arah jarum yang tajam pada silinder dititik singgung antara silinder terletak di titik singgung Antara silinder dan doffer dan menghadap ke bawah, sementara jarum yang tajam pada doffer menghadap ke atas. Kedua jarum tersebut bergerak kea rah yang sama, yaitu ke bawah. Tetapi karena kecepatan permukaan silinder jauh lebih besar daripada kecepatan permukaan *doffer* (20–30 kalinya), maka terjadi *carding action*. Gerakan antara silinder dan *doffer* ini sering dianggap sebagai gerakan *stripping* karena serat-serat yang ada di permukaan silinder dipindahkan ke permukaan *doffer*. Meskipun demikian, jika di tinjau dari gerakannya, gerakan antara silinder dan *doffer* tersebut adalah gerakan *carding.* Terjadinya perpindahan serat dari silinder ke *doffer* telah dijelaskan di muka.

Fungsi *doffer* antara lain untuk mengumpulkan serat-serat dari permukaan silinder dan memindahkannya menjadi *lap*isan serat yang tipis dan rata ke permukaannya dan kemudian membawa serat tersebut ke depan dalam bentuk *lap*isan tipis secara kontinyu sehingga dapat mudah dikelupas oleh sisir *doffer* dan dibentuk menjadi *sliver*. Karena silinder yang di depannya mempunyai fungsi untuk *doffing* (mengambil atau memindahkan), alat tersebut dinamakan *doffer*. Jika kita perhatikan, bahwa kecepatan permukaan silinder 20–30 kali kecepatan permukaan *doffer*, maka dapat kitah harapkan bahwa setiap inci dari permukaan *doffer* sebenarnya menampung serat-serat dari permukaan silinder sepanjang 20–30 inci. Jika kita pernah melihat *web* dari *doffer*, kita dapat

membayangkan betapa tipisnya *lap*isan serat yang ada di permukaan silinder. Untuk mengelupasnya menjadi *web* yang kontinyu, *lap*isan yang sangat tipis di permukaan silinder tersebut perlu dikumpulkan terlebih dahulu sehingga serat-seratnya mempunyai cukup geseran satu sama lainnya dan mudah untuk dipindahkan dan dibentuk menjadi *sliver*. Untuk memberikan gambaran mengenai penyebaran serat di permukaan *card clothing* perlu diketahui bahwa untuk ukuran *sliver* 60 grain per yard yang dihasilkan dan kehalusan *card clothing* nomor 120 dan kecepatan produksi yang wajar, setiap inci persegi dari permukaan *doffer* akan terdapat kurang lebih 700 serat. Karena untuk nomor 120 terdapat 600 jarum per inci rata-ratanya adalah 1,2 serat per jarum (pembuktian ini dapat anda coba sendiri sebagai latihan perhitungan di *carding*). Jika kita perhatikan betul-betul posisi dan kondisi serat-seratyang ada di *web* dari *doffer*, akan terlihat bahwa keadaan serat-serat tersebut tidaklah lurus dan posisinya juga tidak searah, tetapi banyak mempunyai lekukan serta letaknya banyak yang bersilangan. Karena keadaan tersebut, tujuan dari *carding* tidak mencakup pelurusan serat dan jika terjadi pelurusan sifatnya hanya sementara saja.

Di samping itu, keadaan yang demikian memungkinkan *web* yang dihasilkan dapat mempunyai kekuatan. Jika keadaan serat-seratnya lurus dan searah, *web* yang tipis tersebut sangat sulit untuk dilepas dan dibentuk menjadi *sliver* secara kontinyu.

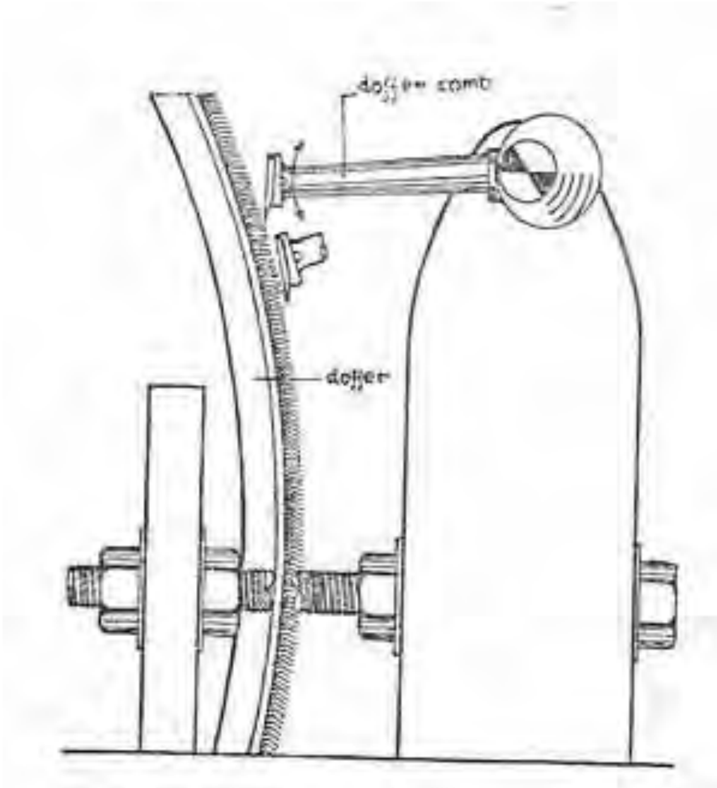
- Sisir *doffer* (*doffer comb*)
  Serat-serat yang berada di permukaan *doffer* kemudian dibawa berputar bersama-sama putaran *doffer*, mula-mula ke bawah dan kemudian ke atas. Selama dibawa ke bawah oleh *doffer* tersebut serat-serat tidak didiamkan, sehingga perlu dijaga agar

tidak terjadi kerusakan pada *web*nya. Karena adanya aliran udara yang dapat menimbulkan perubahan pada susunan serat di *web*nya, maka bagian bawah dan samping *doffer* tersebut juga tertutup. Setelah keluar dari bagian bawah *doffer* yang tertutup tersebut, serat-serat yang ada di permukaan *doffer* dibawa ke atas ke bagian depan mesin *carding*. Di bagian depan ini, *web* pada *doffer* kemudian dikelupas oleh sisir *doffer* tanpa mengalami kerusakan atau perubahan. Sisir *doffer* tersebut dibuat dari pelat baja yang lurus dengan lebar kurang lebih 1 inci dan di bagian bawahnya bergigi dan biasanya terdapat 16 gigi per incinya. Sisir tersebut dipasang padaporos sisir *doffer* (diameter ± 1,5 inci) dengan perantaraan 4–6 jari penguat, posisinya horisontal terhadap poros sisir *doffer*.

Pemasangan sisir *doffer* harus dilakukan dengan teliti agar sisirnya tetap lurus dan jarak ke permukaan *doffer*nya sama (0,010–20 inci). Salah satu ujung dari poros sisir *doffer* tersebut digoyangkan oleh eksentrik (*reciprocated*) pada sumbunya, sedemikian sehingga sisirnya bergerak bolak-balik ke atas ke bawah kurang lebih padajarak 1-1¼ inci dengan tepat. Kecepatan goyangan ini berkisar antara 1200–1600 goyangan per menit. Karena arah jarum pada permukaan *doffer* di bagian depan tersebut ke bawah, pada saat sisir bergerak kebawah akan menyapu punggung jarum-jarumnya yang bergerak ke atas. Dengan demikian, gerakan antara *doffer* dan sisir *doffer* tersebut adalah gerakan *stripping*, yang menyebabkan *web* yang ada di permukaan *doffer* terkelupas. Gerakan ke atas dari sisir *doffer* tersebut tidak menghasilkan apa-apa, demikian juga sebagian dari gerakan ke bawahnya. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: jika doffer mempunyai putaran 10 rpm dan sisir doffer mempunyai kecepatan goyang 1200 goyangan per menit, kecepatan permukaan doffer per menitnya adalah 10x π x d = 10x(22/7)x27=900 inci. Sementara, jika jarak goyangan I inci, panjang permukaan yang disapunya selama 1 menit oleh sisir *doffer* ialah 1.200 inci. Hal

ini berarti jarak 900 inci disapu oleh sapuan sepanjang 1.200 inci atau dengan kata lain hanya (900/1200)x100% =75% saja yang dimanfaatkan. Jika *doffer* berputar lebih lambat, pemanfaatannya semakin kecil. Dengan demikian perlu adanya penyesuaian antara kecepatan *doffer* dan sisir *doffer*nya. Semakin besar putaran *doffer*, semakin besar juga kecepatan sisirnya. Gerakan sisir *doffer* ini, pada prinsipnya berasal dari putaran silinder utama yang dihubungkan ke suatu gerakan eksentrik dimana poros dari sisir tersebut ditempatkan. Dengan demikian setiap putaran dari eksentrik akan mengakibatkan sisir *doffer* bergerak bolak-balik ke atas kebawah satu kali.

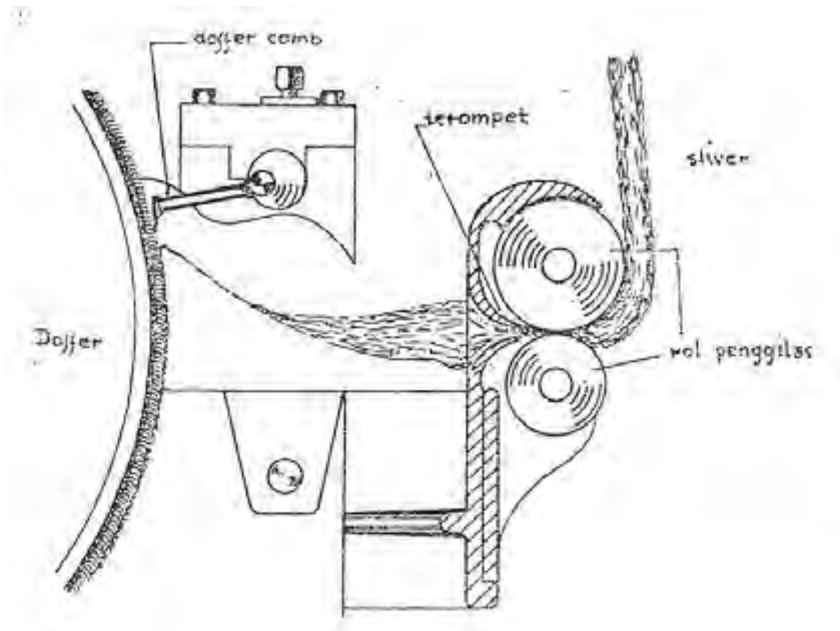
Untuk silinder dengan putaran 165 rpm dan *pulley* sebesar 18”, jika kalau goyangan sisir *doffer* 1.200 goyangan permenit, besar *pulley* diporos eksentrik kira-kira harus 2 inci. Karena ukuran ini terlalu kecil dalam prakteknya, antara silinder dan eksentrik tidak berhubungan langsung, tetapi melalui *pulley* perantara yang ditempatkan antara silinder dan *doffer*. Silinder dihubungkan ke *pulley* perantara yang berdiameter antara 6–9 inci terlebih dahulu, kemudian dari *pulley* yang diameternya 9–14 inci yang seporos dengan *pulley* perantara tersebut, ke *pulley* eksentrik yang berdiameter 3–4 inci. Dengan demikian kecepatan goyangan eksentrik akan sebesar 165 x (8/6) x (12/5) = 1.260 ppm.



Gambar 81. *Doffer* comb

- Rol penggilas
  Web yang telah dikelupas dari *doffer*, kemudian dikumpulkan dan dipadatkan menjadi *sliver* dengan jalan menarik melalui suatu terompet dan kemudian digilas oleh rol penggilas. Rol penggilas ini dibuat dari besi tuang dengan diameter antara 3–4 inci dan panjang 6 inci. Permukaannya dipolis sehingga licin, agar serat yang melaluinya tidak tersangkut. Rol penggilas ini terletak di kerangka bagian depan dan berada di tengah-tengah kerangka, sedikit lebih rendah dari sisi *doffer*. Poros rol penggilas bagian bawah dihubungkan ke *doffer*. Sementara ujung poros yang lain dihubungkan ke rol atas dan *coiler* dengan perantaraan roda-roda gigi. Dengan demikian, kecepatan putaran rol penggilas selalu mengikuti kecepatan putaran *doffer*nya dan putaran rol penggilas bawah adalah positif. Karena *web* dari *doffer* tersebut sangat tipis dan lemah, untuk memudahkan penampungannya *web* perlu diubah

dahulu menjadi bentuk yang lebih padat dan kuat, yang dinamakan *sliver*. Untuk itu, *web* tersebut dikumpulkan dahulu melalui pengantar *web* yang mengubah *lap*isan tipis *web* menjadi bentuk yang penampangnya bulat dan kemudian memadatkannya melalui suatu terompet dengan lubang yang berdiameter sekitar ¼ inci. Agar rol penggilas dapat menarik dan memadatkan *sliver* tersebut lebih lanjut, perlu adanya tekanan antara pasangan rol penggilas. Tekanan ini diperoleh selain karena berat rol atas itu sendiri sekitar 20 lbs.



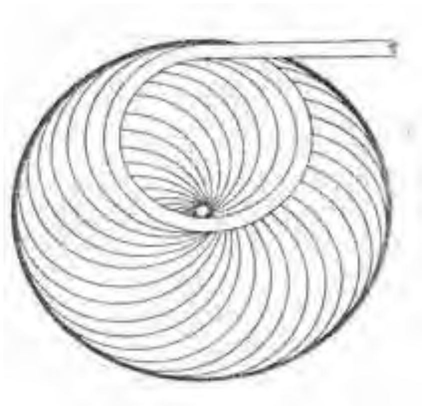
Gambar 82. Rol penggilas (*calender roll*)

Karena permukaan rol penggilas tersebut licin, jika tekanannya tidak sesuai dan pada *web* terdapat bagian yang sedikit lebih tebal dari semestinya, yang menyebabkan sedikit kelambatan dalam terompet, slip dapat terjadi. Hal ini dapat mengakibatkan *web* yang ada diantara *doffer* dan rol penggilas mengendor dan menumpuk didepan *doffer* dan menjadi limbah. Untuk menghindari kejadian yang

demikian, besarnya tekanan antara rol atas dan bawah dengan perantaraan penekan tekanan pada rol penggilas harus cukup dan lubang terompetnya harus sesuai dengan ukuran *sliver*nya.

- *Coiler*

  Setelah *sliver* keluar dari rol penggilas, *sliver* tersebut terus dibawa ke atas *coiler* sebelum ditampung ke dalam *can*. Fungsi *coiler* ialah untuk menempatkan dan mengatur *sliver* kedalam *can* sedemikian rupa, sehingga letak dan bentuk di dalam *can* tersebut seperti kumparan-kumparan dengan diameter sedikit lebih kecil daripada jari-jari *can* dan masing-masing lingkaran dari kumparan *sliver* tersebut berada di sekeliling sumbu *can*. Penempatan *sliver* yang demikian tersebut menyebabkan *sliver* kemudian dapat ditarik keluar dari *can* tanpa mengalam kekusutan.



Gambar 83. Letak *sliver* di dalam *can*

Coiler terdiri dari:

- Terompet
- Sepasang rol penarik
- Pengantar sliver (*tubewheel*)
- Alas *can* yang berputar (*turntable*)
- *Can*

Terompet yang ada dalam coiler mempunyai bentuk yang sama dengan terompet yang ada di belakang rol penggilas, dengan ukuran sedikit lebih kecil dan disesuaikan dengan ukuran *sliver* yang dihasilkan.

Rumus yang sering digunakan untuk menentukan ukuran lubang terompet mesin *carding* adalah sebagai berikut:

Diameter lubang = multiplier

$\sqrt{berat} sliver(grain)/yard(inci$

carding kapas = 0,022.

Sebagai contoh, ukuran lubang untuk *sliver* yang beratnya 56 grain per yard, diameter terompet yang sesuai adalah 0,022 x$\sqrt{56}$ = 0,165 inci.

Di bawah ini merupakan pedoman untuk menentukan besarnya lubang untuk bermacam-macam ukuran *sliver* yang dikeluarkan oleh salah satu pembuat mesin.

Tabel 17.
Pedoman penentuan besar lubang *sliver*

Berat *sliver* dalam grains per yard	Diameter terompet dalam inci	
	Menurut pabrik	Menurut rumus
40	0,140	0,139
45	0,150	0,148
50	0,160	0,156
55	0,167	0,163
60	0,175	0,171
65	0.182	0,177
70	0,190	0,184

Dari terompet, *sliver* tersebut ditarik oleh sepasang rol penggilas yang konstruksinya menyerupai rol penggilas sebelumnya, namun ukurannya lebih kecil (diameter=2 inci). Kemudian *sliver* dimasukkan ke dalam *coiler* tube dan melalui perantaraan roda gigi sehingga *coiler* tube akan berputar.



Gambar 84. Penampungan *sliver* dalam *can*

Karena *coiler* ini letaknya serong, *sliver* yang keluar dari *coiler tube* berputar dengan titik pusat roda gigi *coiler*. Di sekeliling roda gigi *coiler* terdapat pelat *coiler* yang tidak berputar, yang berguna untuk menekan *sliver* yang ada di dalam *can*. *Sliver* yang keluar dari *coiler tube* kemudian ditampung dalam suatu *can*, yang diletakkan di atas suatu alas *can* yang berputar dengan titik putar yang tidak sama dengan titik putar *coiler* tubenya. Karena alas *can* berputar lebih lambat dari putaran *coiler* tubenya, *coiler tube* akan meletakkan *sliver*nya dalam bentuk lingkaran-lingkaran kecil yang berada antara tepi *can* sampai titik pusat *can* dan setiap lingkaran *sliver* berikutnya selalu berada di atas lingkaran yang dibentuk sebelumnya dengan titik pusat yang tidak sama. Dengan demikian jika *sliver* ditarik keluar untuk disuapkan ke proses berikutnya, sliver tidak akan mengalami kerusakan-kerusakan dan geseran-geseran yang berarti meskipun *sliver* tersebut sebenarnya tidak mempunyai twist, kecuali sedikit *twist* yang diakibatkan karena putaran *coiler*. *Can* yang digunakan untuk menampung *sliver*, mempunyai alas di dalamnya yang ditahan dengan per yang berguna untuk:

- Menekan *sliver* yang adadidalam *can* ke permukaanpelat *coiler* sehingga menjadi agak padat tumpukannya.
- Kalau *sliver* disuapkan keproses berikutnya danjumlahnya tinggal sedikit, maka *sliver* yang ada didalam *can* dengan sendirinya akan terangkat keatas, sehingga dapat mengurangi jarak antara titik tarik dan alas *sliver*. Kalau jarak ini terlalu jauh dapat mengakibatkan terjadinya regangan.

(5) Pengujian mutu hasil

Untuk menghasilkan benang dengan mutu yang baik perlu dilakukan pengawasan terhadap mutu bahan sebelum menjadi benang. Untuk menentukan hasil produksi mesin *carding* perlu dilakukan pengawasan-pengawasan terhadap mesin *carding* yang meliputi:

- pengujian nomor *sliver carding*
- pengujian kerataan *sliver carding*
- pengujian persentase *waste*

Pengujian dilakukan pada atmosfir yang standar dengan suhu 70º F dan kelembaban relatif 65%.

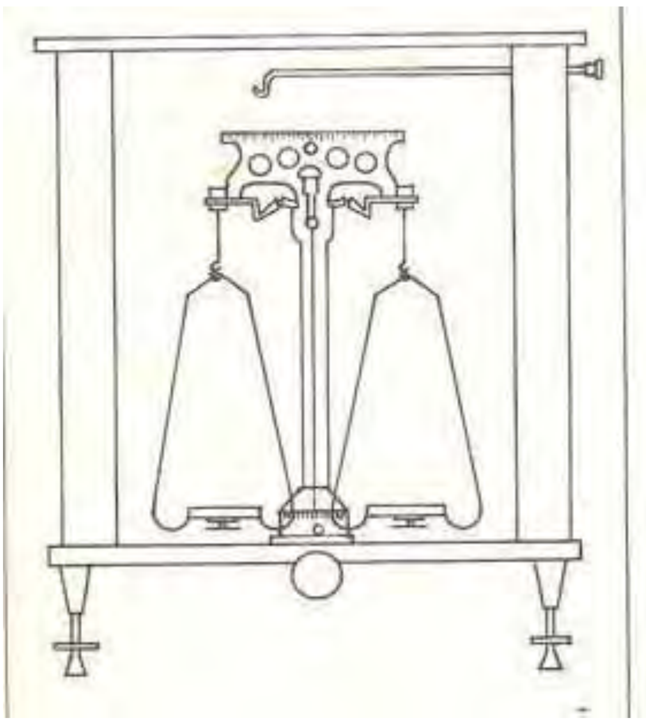
(a) Pengujian nomor *sliver carding*

Pengujian nomor dilakukan dengan cara:

- menyiapkan alat pengukur panjang *sliver* yang disebut *wrap block;*
- menyiapkan alat pengukurberat yang disebut neraca analitik;
- mengukur *sliver* sepanjang 6 yard atau 6 meter sebanyak 4 kali atau bisa lebih;
- menimbang *sliver* yang telah diukur panjangnya;
- menghitung nomor *sliver* dengan cara penomoran tertentu.



Gambar 85. *Warp block*



Gambar 86. Neraca analitik

(b) Pengujian kerataan *sliver carding.*
Pengujian kerataan dilakukan dengan cara:

- menyiapkan alat pengukur kerataan *sliver* yang disebut *Uster evenes tester*, lengkap dengan *condensator* pengukur ketidakrataan yang dilengkapi dengan 8 slot;
- *recorder*, alat untuk mencatat grafik ketidakrataan bahan (*slivercarding*);
- integrator, alat yang mencatat langsung harga ketidakrataan u% dan cv%;
- *spectograph* dan *recorder*nya, alat yang mencatat *periodisity* dari bahan yang diuji (*sliver sarding*);
- menyiapkan *sliver* sebanyak kurang lebih setengah *can;*
- memasang *sliver* pada *condensator* dengan melewatkan ujung *sliver* pada slot;
- melewatkan *sliver* pada alat pemegang dan penganta bahan;
- menjalankan *condensator* selama waktu yang ditentukan;
- hasil ketidakrataan dapat dibaca langsung pada *integrator*.

(c) Pengujian persentase *waste*
Pengujian persentase *waste* pada mesin *carding* dilakukan dengan cara:

- menimbang *can* yang akan digunakan untuk menampung *sliver carding;*
- menyiapkan *lap* yang standar pada *lap* stand;
- menghentikan penyuapan;
- mematikan mesin hingga bagian-bagian yang berputar berhenti;
- membersihkan semua *waste* yang ada di mesin;
- menutup cerobong *fan* penghisap dan *blower*;
- menurunkan *lap* yang telah disiapkan ke *lap* roll;
- menjalankan mesin untuk memproses *lap* hingga habis;
- menghentikan mesin setelah proses berakhir;
- mengambil semua waste yang ada di mesin;
- menimbang *sliver* yang dihasilkan;

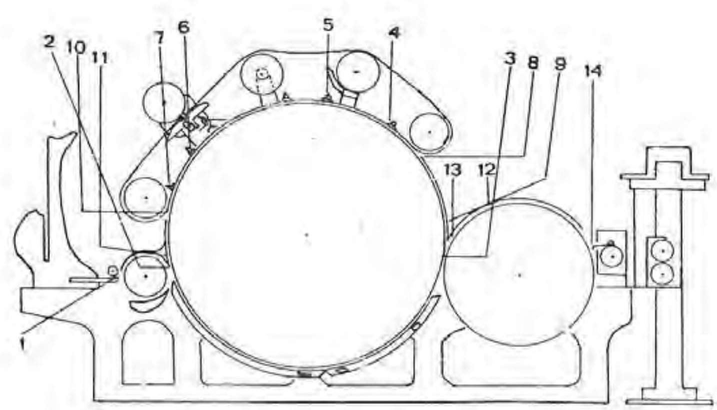
- menimbang seluruh *waste;*
- menghitung persentase *waste* dengan rumus:

$$\text{Persentase } waste = \frac{\text{Berat } waste}{\text{Berat } sliver + \text{berat } waste} \text{ X } 100\%$$

(6) Seting pada mesin *carding*

Penyetelan antar jarak permukaan yang berhadapan perlu diperhatikan dengan baik agar penguraian serta pembersihan dapat dilakukan tanpa menimbulkan kerusakan pada serat yang diolahnya maupun terjadinya waste yang berlebihan. Pada umumnya semakin panjang seratnya akan makin besar perbedaan kecepatan relatifnya dan semakin longgar penyetelannya. Semakin pendek seratnya atau makin kecil perbedaan kecepatan relatifnya, semakin dekat jarak penyetelannya.

Berikut ini diberikan pedoman jarak penyetelan pada mesin *carding* serta bagian-bagian yang umumnya harus disetel, (gambar 87). Jarak ini hanya digunakan pada awalpenyetelan, sedangkan jika bahan (serat) yang diolah mengalami perubahan, jarak penyetelan dapat disesuaikan dengan perubahan bahan (serat).



Gambar 87. Daerah setting mesin *carding*

Untuk keperluan penyetelan, biasanya digunakan *gaugelikmen,* yaitu *leaf gauge*.



Gambar 88. Leaf gauge



Gambar 89. Leaf gauge khusus top *flat*

(7) Pemeliharaan mesin *carding*

Pemeliharaan pada mesin *carding* meliputi :

- Pembersihan bagian coiller dan *doffer* setiap 6 bulan;
- Pelumasan bagian coiller dan *doffer* setiap 6 bulan;
- Pembersihan callender roll dan tube setiap 1 bulan;
- Pelumasan bearing *doffer* dan silinder setiap 1 tahun;
- Pembersihan jarum *doffer*, silinder, top *flat* setiap 15 hari;
- Pembersihan dan pelumasan *comb bar* setiap 6 bulan sekali;
- Pembersihan *under casing* setiap 3 hari;

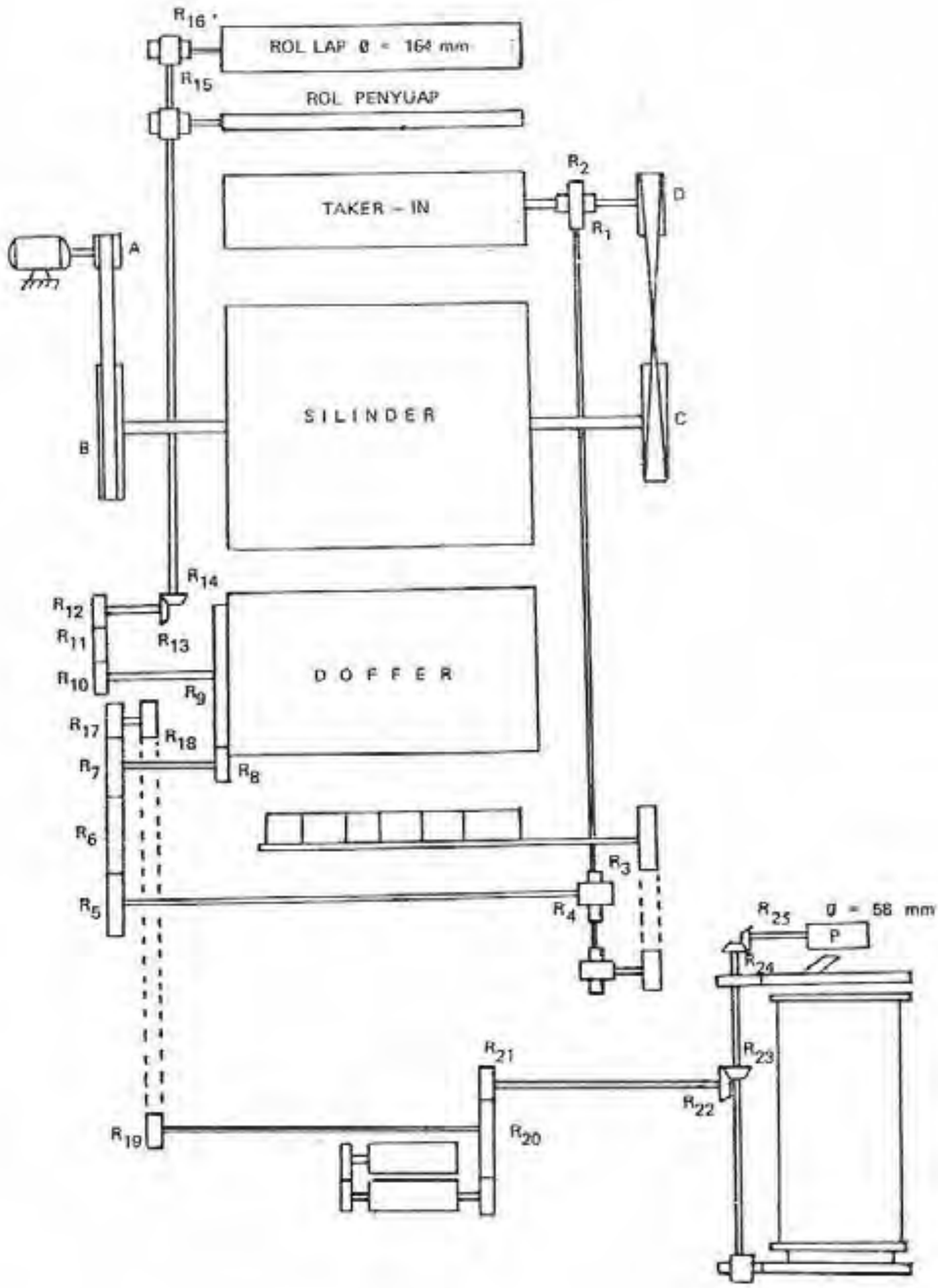
- Pembersihan *feed roll* dan rantai setiap 15 hari;
- Setting *doffer* setiap 3 bulan;
- Setting top *flat* setiap 1 tahun;
- Setting taker in setiap 6 bulan;
- Penggerindaan jarum silinder, *doffer*, dan top *flat* setiap 6 bulan;
- *Balancing cylinder* setiap 5 tahun.

(8) Perhitungan regangan

Seperti halnya pada mesin *blowing*, regangan yang terjadi pada mesin *carding* dapat dihitung berdasarkan kecepatan permukaan rol penggilas pada *coiler* dengan *lap roll*. Regangan yang demikian dikenal dengan sebutan Regangan Mekanik (RM). Selain itu dapat dihitung dari bahan yang masuk (*lap*) dan bahan yang keluar (*sliver*). Regangan ini disebut Regangan Nyata (RN).

(a) Putaran *lap roll*

Puli motor A berhubungan dengan puli B dengan perantaraan *belt*. Seporos dengan puli B terdapat silinderdan pada bagian lainnya terdapat puli C. Puli C dihubungkan dengan puli D melalui *belt* yang dipasang silang. Satu poros dengan puli D terdapat *taker-in*. Di sebelah puli D terdapat roda gigi R_1 yang berhubungan tegak lurus dengan roda gigi R_2. Poros R_2 memanjang ke arah panjang mesin dan pada bagian lainnya terdapat roda gigi R_3. Roda gigi R_3 berhubungan tegak lurus dengan roda gigi R_4. Roda gigi R_4 mempunyai poros memanjang ke arah lebar mesin dan pada bagian lainnya terdapat roda gigi R_5. Roda gigi R_5 berhubungan dengan roda gigi R_7 melalui roda gigi perantara R_6. Satu poros dengan R_7 terdapat roda gigi R_8 yang berhubungan dengan roda gigi R_9 . Satu poros dengan R_9 terdapat *doffer*, sedang pada bagian lain terdapat roda gigi R_{10}.



Gambar 90. Susunan roda gigi mesin *carding*

Keterangan :

A = puli, Ø 109 mm

B = puli, Ø 460 mm
C = puli, Ø 428 mm
D = puli, Ø 280 mm
Roda gigi R_1 = 29 gigi
Roda gigi R_2 = 15 gigi
Roda gigi R_3 = 8 gigi
Roda gigi R_4 = 85 gigi
Roda gigi R_5 = 24 gigi
Roda gigi R_6 = 30 gigi
Roda gigi R_7 = 40 gigi
Roda gigi R_8 = 15 gigi
Roda gigi R_9 = 71 gigi
Roda gigi R_{10} = 11 gigi
Roda gigi R_{11} = 30 gigi
Roda gigi R_{12} = 34 gigi
Roda gigi R_{13} = 12–24 (RPR)
Roda gigi R_{14} = 20 gigi
Roda gigi R_{15} = 12 gigi
Roda gigi R_{16} = 58 gigi
Roda gigi R_{17} = 32 gigi
Roda gigi R_{18} = 15 gigi
Roda gigi R_{19} = 15 gigi
Roda gigi R_{20} = 50 gigi
Roda gigi R_{21} = 30 gigi
Roda gigi R_{22} = 30 gigi
Roda gigi R_{23} = 21 gigi
Roda gigi R_{24} = 28 gigi
Roda gigi R_{25} = 23 gigi

R_{10} berhubungan dengan rodag igi R_{12} melalui roda gigi perantara R_{11}. Sedangkan dengan R_{12} terdapat roda gigipayung R_{13}. R_{13} berhubungan dengan roda gigi payung R_{14}. Poros R_{14} memanjang ke arah panjang mesin dan pada bagian lain terdapat roda gigi R_{15}. Roda gigi R_{15} berhubungan tegak lurus dengan roda gigiR_{16} . Pada poros R_{16} terdapat rol *lap*.

(b) Putaran rol penggilas pada *coiler*
Puli motor A berhubungan dengan puli B. Satu poros dengan puli B terdapat puli C yang berhubungan dengan puli D. Seporos dengan puli D terdapat roda gigi R_1 yang berhubungan tegak lurus dengan roda gigi R_2 . Satu poros

dengan R_2 terdapat roda gigi R_3 yang berhubungan tegak lurus dengan roda gigi R_4 . Satu poros dengan R_4 terdapat roda gigi R_5 yang berhubungan dengan roda gigi R_{17} melalui roda gigi R_6 dan R_7 . Satu poros dengan R_{17} terdapat roda gigi R_{18} yang berhubungan dengan roda gigi R_{19} . Satu poros dengan R_{19} terdapat roda gigi R_{20} yang berhubungan dengan roda gigi R_{21} . Satu poros dengan R_{21} terdapat rodagigi payung R_{22} yang berhubungan dengan roda gigi payung R_{23} . Satu poros dengan R_{23} pada bagian lain terdapat roda gigi payung R_{24} yang berhubungan dengan roda gigi payung R_{25} . Satu poros dengan R_{25} terdapat rol penggilas pada *coiler*. Secara singkat urutan gerakan dari pusat gerakan ke rol penggilas pada *coiler* adalah sebagai berikut:
Puli motor A; Puli B; Puli C; Puli D; Roda gigi R_1; Roda gigi R_2 ; Roda gigi R_3; Roda gigi R_4; Roda gigi R_5; Roda gigi R_6 ; Roda gigi R_7; Roda gigi R_8; Roda gigi R_9; Roda gigi R_{10}; Roda gigi R_{11}; Roda gigi R_{12}; Roda gigi R_{13}; Roda gigi R_{14}; Roda gigi R_{15}; Roda gigi R_{16}; Roda gigi R_{17}; Roda gigi R_{18}; Roda gigi R_{19}; Roda gigi R_{20}; Roda gigi R_{21}; Roda gigi R_{22}; Roda gigi R_{23}; Roda gigi R_{24}; Roda gigi R_{25}; Rol penggilas pada *coiler.*

(c) Tetapan Regangan (TR) atau *Draft Constant* (DC)
Perhitungan tetapan regangan dilakukan dengan menghitung Regangan Mekanik (RM) dari gambar diatas susunan roda gigi mesin *carding* dengan memisalkan Roda gigi Pengganti Regangan (RPR) = 1.

Jika *rol lap* berputar 1 (satu) putaran, maka putaran rol penggilas pada *coiler* RM $=(2416,2/RPR)$ Tetapan Regangan (TR) atau *Draft Constant* (DC) = 2416,2

(d) Regangan Mekanik(RM)
Dari perhitungan di atas telah diperoleh :
RM $=(Tetapan\ Regangan/RPR)$

(f) Regangan Nyata (RN)
Regangan nyata dapat dihitung dengan membandingkan Antara yang masuk (*lap*) dan berat bahan yang keluar (*sliver*) dalam satuan panjang yang sama. Atau dengan

membandingkan nomor keluar (*sliver*) dengan nomor masuk (*lap*).

Regangan Nyata (RN)=*(Nomor masuk/Nomor keluar)*

8) Proses di Mesin *Drawing*

Proses pada mesin *drawing* merupakan langkah yang sangat penting dalam tahap pembuatan benang. Apabila pembuatan benang tidak menggunakan mesin *combing*, proses pada mesin *drawing* dilakukan setelah proses pada mesin *carding*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi mesin *carding* ialah untuk menguraikan serat-serat menjadi serat-serat individu sekaligus membersihkan kotoran-kotoran yang ada di dalam gumpalan kapas dengan cara pemukulan dan penarikan dengan menggunakan jarum-jarum atau gigi-gigi yang tajam. Adanya pukulan dan penarikan tersebut serta sifat elastis dari serat menyebabkan ujung-ujung serat cenderung untuk membentuk tekukan (*hook*) sehingga serat-serat yang ada dalam *sliver carding*, tidak lurus dan sejajar ke arah sumbu *sliver*nya. Hasil penelitian dengan menggunakan *tracer fiber technique* yang dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa:

- Sebagian besar serat mempunyai tekukan pada salah satu atau kedua ujungnya;
- Hampir setengah dari jumlah serat, ujung belakangnya mempunyai tekukan-tekukan, sedang ujung depan yang mempunyai tekukan hanya merupakan seperenamnya saja;
- Secara keseluruhan, derajat kelurusan serat yang merupakan perbandingan antara panjang serat dalam keadaan tertekuk (*extent*) dengan panjang serat dalam keadaan lurus pada *sliver carding* ini hanya 50%. Dengan demikian, proses berikutnya setelah *carding* pada umumnya dimaksudkan untuk meluruskan dan mensejajarkan serat terlebih dahulu ke arah sumbu *sliver* sebagai persiapan sebelum serat-serat tersebut akan diregangkan dan dibuat menjadi benang di mesin pintal. Pelurusan dan pensejajaran serat-serat tersebut dilakukan di mesin *drawing*, dimana beberapa *sliver* dilewatkan bersama-sama melalui beberapa pasangan rol penarik yang mempunyai jarak tertentu, dengan kecepatan permukaannya yang semakin depan semakin cepat. Dengan demikian, apabila *sliver* disuapkan kepasangan-pasangan rol penarik, serat-serat dalam *sliver* tersebut akan mengalami peregangan-peregangan sampai

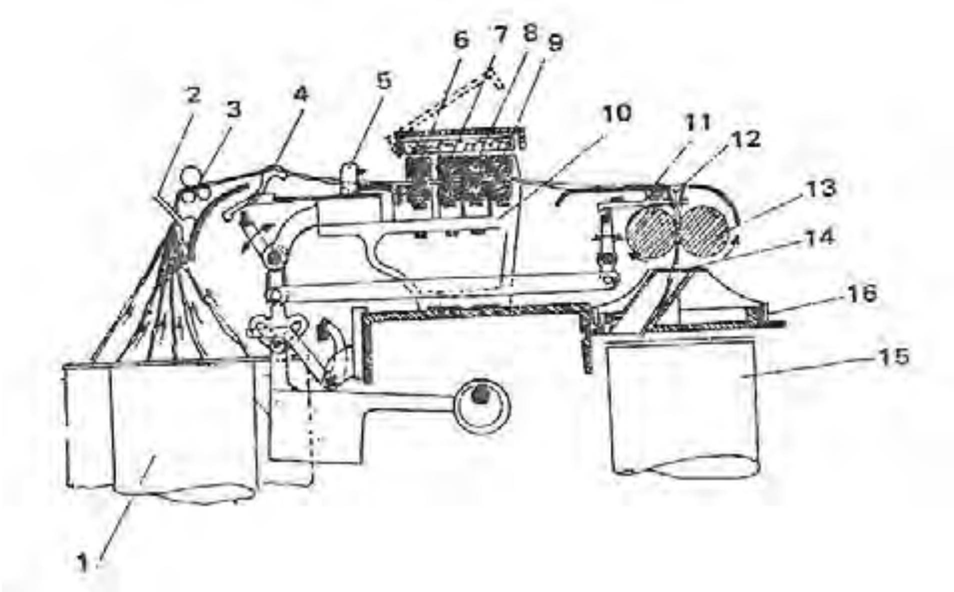
ke tingkat tertentu, yang besarnya tergantung pada perbandingan kecepatan pasangan-pasangan rol tersebut. Akibatnya, serat-serat yang mempunyai tekukan-tekukan akan diluruskan karena mendapat gesekan-gesekan dari serat-serat di sekelilingnya. Penyuapan beberapa *sliver* bersama-sama ke mesin *drawing* tersebut disebut perangkapan (*doubling*) dan dimaksudkan untuk melakukan pencampuran agar kerataan *sliver* yang dihasilkan lebih baik. Dengan perangkapan, ketidakrataan dalam berat persatuan panjang dapat dikurangi. Dengan demikian, tujuan mesin *drawing* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Meluruskan dan mensejajarkan serat-serat dalam *sliver* ke arah sumbu *sliver*;
- Memperbaiki kerataan berat per satuan panjang, campuran, atau sifat-sifat lainnya dengan jalan perangkapan;
- Menyesuaikan berat *sliver* per satuan panjang dengan keperluan pada proses berikutnya.

Dari ketiga tujuan tersebut, pelurusan serat dan perataan hasil adalah hal yang sangat penting dalam peregangan di mesin *drawing*. Kerataan hasil jelas sangat penting karena tidak saja diperlukan untuk dapat menghasilkan benang dengan mutu yang baik, tetapi juga untuk menghindari kemungkinan-kemungkinan timbulnya kesulitan dalam proses-proses sebelum dipintal. Pelurusan serat dalam *sliver* sebelum dipintal sangat diperlukan, karena derajat kelurusan serat-serat dalam *sliver* akan menentukan sifat-sifatnya selama peregangan. Serat-serat dalam *sliver* yang sangat lurus akan memudahkan pereganganny, sedangkan serat-serat yang tidak teraturletaknya akan menghasilkan *sliver* yang kurang baik.

a) Prinsip bekerjanya mesin *drawing*

   Pelurusan dan pensejajaran serat yang terdapat pada *sliver* dilakukan di mesin *drawing*. Secara garis besar mesin *drawing* terdiri dari bagian penyuapan, peregangan dan penampung.



Gambar 91. Skema mesin d*rawing*

Can penyuap (1) yang berisi *sliver* ditempatkan di bagian belakang mesin. Jumlah *can* umumnya sebanyak 6 atau 8 buah. Dari *can* penyuap (1) *sliver* ditarik ke atas, dilewatkan pada pengantar *sliver* (2), kemudian ke rol penyuap (3) dan *tumbler stop motion* (4). Di sini apabila ada *sliver* yang putus, maka mesin akan berhenti.

Selanjutnya ke 6 atau 8 *sliver* tersebut bersama-sama disuapkan pada keempat pasang rol peregang (6,7,8,9) melalui pengantar *sliver* (5) yang dapat bergerak ke kanan dan ke kiri. Rol-rol peregang diletakkan di atas penyangga rol (10) yang melalui kedudukan horisontal karena adanya proses peregangan dan pembebanan pada rol-rol tersebut. Karena kecepatan rol-rol peregang berturut-turut dari belakang ke depan semakin tinggi, *sliver* akan mengalami proses penarikan dan peregangan. Pada umumnya peregangan berkisar antara 6 sampai 8 kali. Dengan demikian, sebagian besar serat menjadi lurus dan sejajar ke arah sumbu *sliver*. *Sliver* yang keluar dari rol peregang (9) menjadi berbentuk seperti pita dan berukuran lebih kurang sama dengan *sliver* yang disuapkan. Pita-pita tersebut kemudian dilewatkan melalui *front stop motion* (11), sehingga jika ada *sliver* yang putus, maka hasilnya tidak akan menumpuk. Setelah itu pita-pita tersebut dilewatkan

melalui terompet (12), ke rol penggilas (13), dan ke *coiler* (14). Akhirnya, *sliver* ditampung di dalam *can* penampung (15) yang berputar di atas landasan *can*.

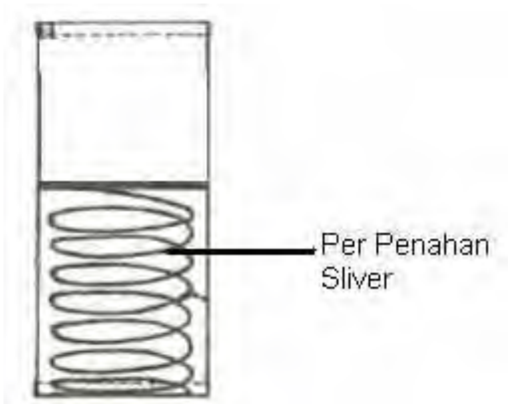
b) Bagian-bagian mesin *drawing*

(1) Bagian penyuapan

Bagian penyuapan mesin *drawing* terdiri dari :

(a) *Can* penyuap

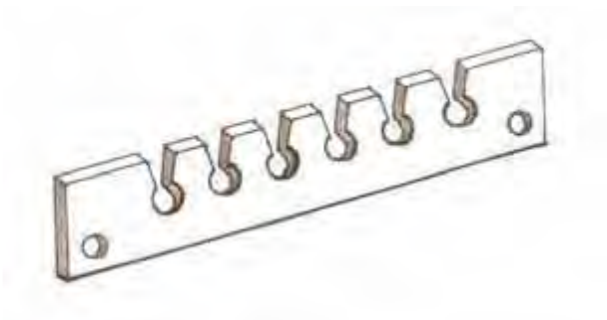
Can penyuap yang berjumlah 6 atau 8 berisi *sliver* hasil mesin *carding* untuk setiap *delivery*. Jumlah *sliver* di dalam *can* diatur sedemikian rupa sehingga tidak akan habis dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 92. *Can*

(b) Pengantar *sliver*

Pengantar *sliver* berguna untuk menjaga agar bagian bagian *sliver* yang tebal atau rusak dapat tertahan.



Gambar 93. Pengantar *sliver*

(c) Rol penyuap

Pasangan rol penyuap gunanya untuk menarik *sliver* yang disuapkan.

(d) Traverse guide

Traverse guide adalah pengantar *sliver* bergerak ke kanan dan ke kiri untuk menghindari agar *sliver* berjalan tidak selalu di tempat yang sama sehingga rol atas terhindar dari keausan.



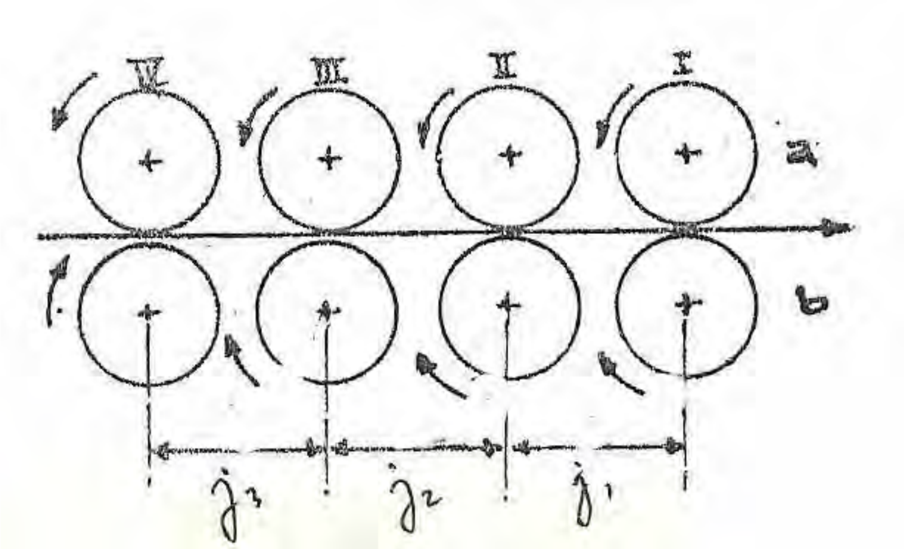
Gambar 94. *Traverse guide*

Untuk penyuapan mesin *drawing passage* ke dua, diperlukan 6 atau 8 buah *can* penyuap yang berisi *sliver* hasil mesin *drawing passage* pertama dan masing-masing *can* penyuap hendaknya diusahakan berasal dari *delivery* yang berbeda.

(2) Bagian peregangan

Daerah peregangan ini terdiri dari pasangan rol-rol penarik.

Pasangan rol-rol penarik yang terdiri dari rol-rol bawah dan rol-rol atas seperti terlihat pada gambar 95.



Gambar 95. Pasangan rol-rol penarik

Keterangan:
Ia, IIa, IIIa, IVa = rol atas
Ib, IIb, IIIb, IVb = rol bawah
J_1 = jarak antara titik jepitIb–IIb
J_2 = jarak antara titik jepitIIb–IIIb
J_3 = jarak antara titik jepitIIIb IVb

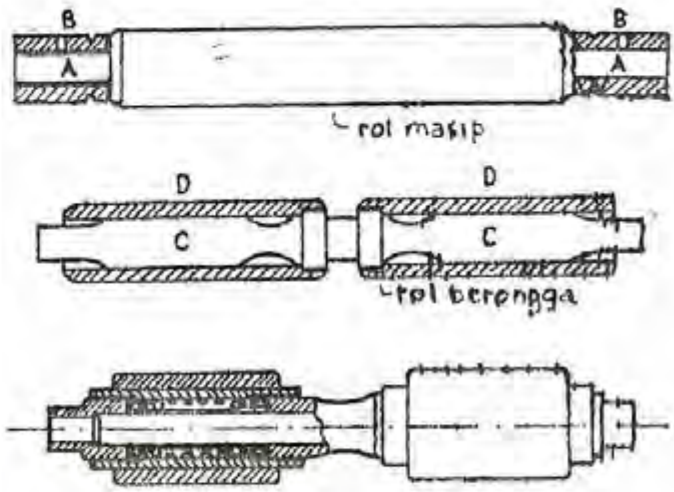
(a) Rol bawah

Rol bawah dibuat dari baja yang dikeraskan pada seluruh permukaannya dan beralur halus pada bagian tempat jalannya serat. Jarak antar alur tersebut dibuat sedemikian rupa, sehingga garis titik jepit terhadap rol atas tidak selalu pada tempat yang sama. Fungsi alur ialah untuk mengurangi terjadinya *slip* dengan rol atas pada saat terjadinya peregangan. Setiap *delivery* mempunyai tempat dudukan untuk menyangga rol-rol bawah dan selalu mendapat pelumasan agar rol-rol tersebut dapat berputar dengan lancar. Diameter rol bawah dibuat tidak sama dengan diameter rol atas agar jangan sampai terjadi keausan di tempat yang sama pada rol atasnya. Diameter rol bawah yang terdepan harus diambil sebesar-besarnya, sedang rol bawah yang kedua dibuat lebih kecil daripada rol bawah terdepan. Rol bawah yang ketiga dan yang paling

belakang mempunyai diameter yang sama dengan diameter rol bawah yang terdepan. Rol bawah yang kedua diameternya dibuat lebih kecil daripada diameter yang lain dengan maksud agar titik jepit antara rol bawah yang terdepan dengan rol bawah yang kedua dapat disetel lebih dekat disesuaikan dengan panjang serat yang diolah serta besarnya regangan di bagian tersebut. Rol bawah yang terdepan biasanya tidak dapat digeser, tetapi dipasang tetap pada dudukan *legernya*. Penyetelan titik jepit antar rol dapat diatur dengan jalan menggeser rol bawah yang kedua, ketiga, dan yang paling belakang.

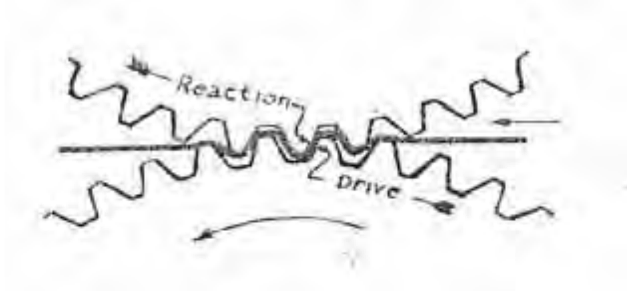
(b) Rol atas

Rol atas dibuat dari besi tuang dan di*lap*isi dengan kain flanel dan kulit atau dari karet sintetis. Diameter rol atas sedikit lebih besar daripada diameter rol bawah. Berdasarkan konstruksinya dikenal dua jenis rol atas, yaitu rol masip (*solid, loose bosh roller*) di mana pada kedua ujungnya terdapat pelat dari logam lunak (*bushing*) tempat dudukan kaitan beban dan rol berongga (*shell roller type*) yang mempunyai *arbour* (C) pada bagian tengahnya serta rongga pada bagian luarnya (D).



Gambar 96. Rol atas

Kedua jenis rol atas, baik jenis masip maupun jenis berongga di*lap*isi dengan bahan kulit, gabus atau dari sintetis sepanjang alur pada rol bawah sebagai bantalan di mana serat-serat melaluinya. *Lap*isan kulit memerlukan ketelitian yang sempurna dalam pemilihan kualitas, harus halus, tidak berlubang-lubang atau cacat, serta mempunyai tebal yang rata. Dewasa ini rol atas dibuat sedikit lebih besar atau lebih kecil dari pada rol bawah. Tujuannya adalah untuk menghindari terjadinya keausan setempat sebagai akibat gesekan dengan rol bawah. Disamping rol-rol sebagaimana diutarakan di atas, ada juga rol yang dari logam (*metalic roller*). Rol atas maupun rol bawahnya beralur lebih dalam daripada rol bawah pada jenis rol biasa. Irisan alurnya berpegangan seperti roda gigi. Agar tidak terlalu berhimpitan, pada kedua ujungnya terdapat roller, sehingga garis titik jepit kedua pasangan rol terhadap serat yang terletak pada sisi kaki alur terjadi lekukan (*crimp*) mengikuti garis jepit alur (lihat gambar 97).



Gambar 97. Alur pada penampang rol atas dan rol bawah dari logam

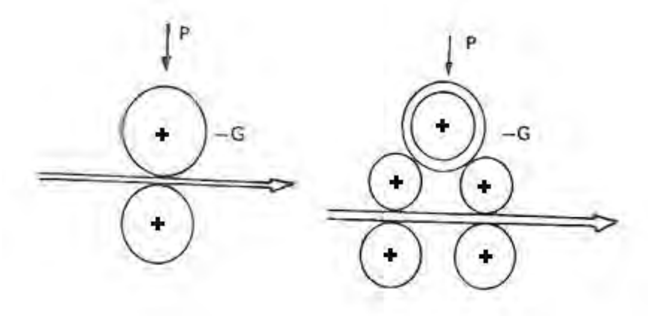
Dengan demikian, produksi panjang yang dihasilkan, akan lebih panjang daripada rol biasa dengan diameter yang sama.

(c) Pembebanan pada rol atas

Untuk mencegah agar serat tidak tergelincir pada saat proses peregangan berlangsung serta untuk memperlancar tekanan rol atas pada rol bawah, rol-rol peregang diberi tekanan.

- Pembebanan sendiri (s*elf weighting*)

  Pada pembebanan sendiri digunakan rol-rol yang besar yang mempunyai berat cukup untuk memberi tekanan pada serat.



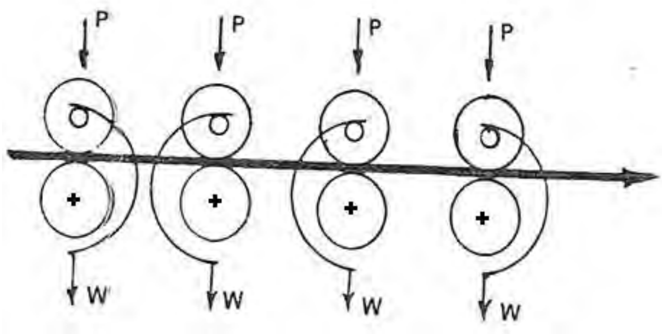
Gambar 98. Pembebanan sendiri

Keterangan :

Tekanan = Berat rol atas

P = G

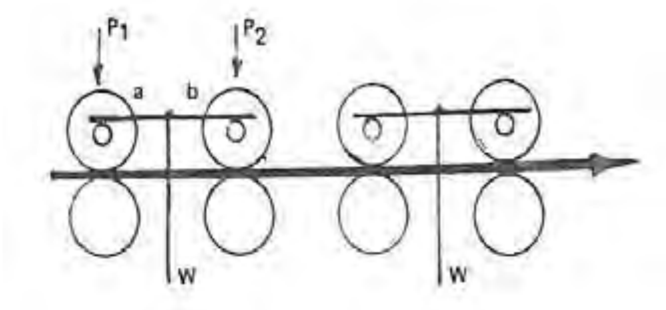
- Pembebanan mati/bandul (*dead weighting*)
  Pada cara ini rol diberi tekanan bandul. Bandul dikaitkan pada rol atas dengan dudukan melalui sebuah kaitan yang dibuat dari besi tuang.



Gambar 99. Pembebanan mati/bandul

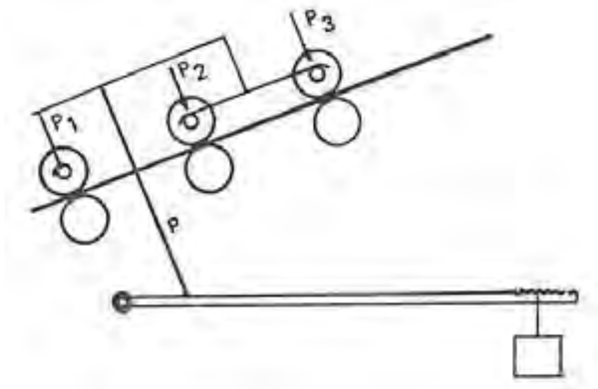
Keterangan :
Tekanan = Berat bandul
P = W

- Pembebanan pelana (*saddle weighting*)
  Tekanan P_1 =((*b/a+ b)*x W)
  Tekanan P_2 =((*a /a +b)*x W)

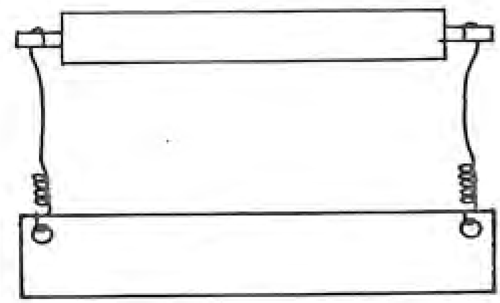


Gambar 100. Pembebanan pelana

- Pembebanan dengan tuas (*lever weighting*)



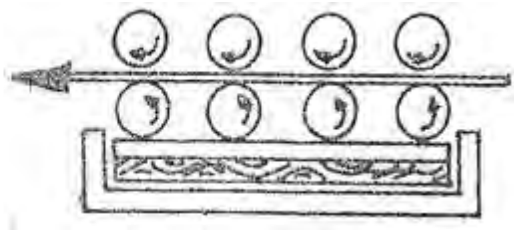
Gambar 101. Pembebanan dengan tuas



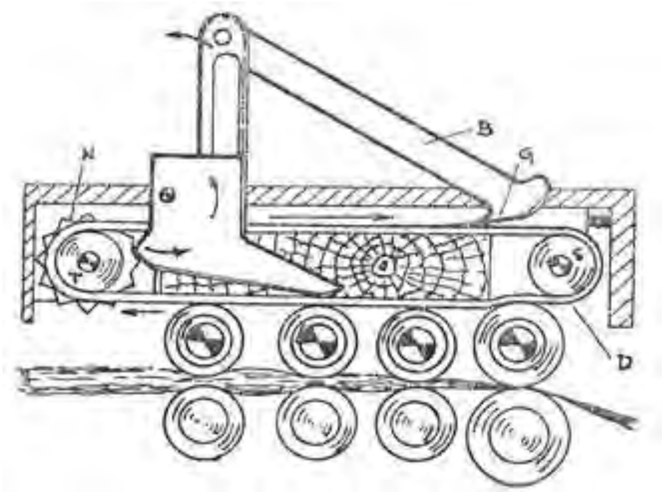
Gambar 102. Pembebanan dengan per

- Pembebanan dengan per (*spring pressure*)
  Pembebanan dibuat sedemikian rupa sehingga memudahkan pemasangan dan pelepasannya. Pada saat mesin berhenti dalam jangka waktu yang agak lama, beban-beban perlu dilepaskan agar rol-rol tidak cepat aus.

(d) Peralatan pembersih
Peralatan pembersih berfungsi untuk menjaga kebersihan rol-rol penarik dari kotoran-kotoran, serat-serat pendek yang beterbangan, dan lain-lain agar tidak terbawa masuk bersama *sliver*.



Gambar 103. Peralatan pembersih rol bawah



Gambar 104. Peralatan pembersih rol atas

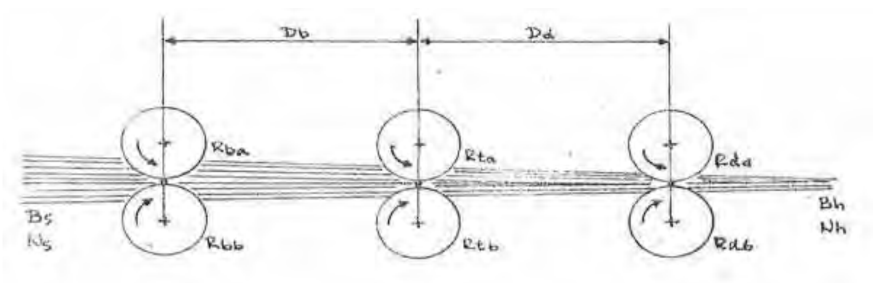
Peralatan pembersih rol bawah pada gambar di atas terbuat dari sebilah papan tipis yang terbungkus dengan flanel. Peralatan pembersih rol bawah ini bekerja dengan menekan rol bawah dari bawah. Peralatan pembersih rol atas (gambar 104) disebut Ermen's *clearer*. Peralatan pembersih ini terbuat dari flanel D yang terpasang di antara dua buah rol T dan S. Gerakan D akan memutarkan gigi *Rachet* N padaT, sehingga D ikut berputar. Penggaruk G bergerak maju mundur sejalan dengan gerakan batang penyetop B, yang berfungsi mengumpulkan kotoran-kotoran yang melekat pada D. Pusat gerakan T juga berasal dari rol belakang melalui sebuah perantara.

(e) Proses peregangan

Sebelum mempelajari lebih lanjut mengenai pelurusan dan penyejajaran serat-serat dalam

sliver pada mesin *drawing* dengan cara peregangan, kiranya perlu dibahas terlebih dahulu akan dibahas mengenai prinsip-prinsip yang mendasari peregangan.

Peregangan selalu dijumpai di seluruh tahap pembuatan benang, dari pembukaan sampai dengan pemintalan, dan menjadi dasar teori pembuatan benang. Peregangan terjadi pada gumpalan-gumpalan serat yang pada awalnya mempunyai ukuran dengan berat per satuan panjang yang besar, secara berangsur-angsur diubah menjadi benang dengan berat per satuan panjang yang sangat kecil. Peregangan pada mesin *drawing* biasanya dilakukan dengan menggunakan pasangan-pasangan rol yang berputar dengan kecepatan permukaan yang berbeda, ialah makin kedepan makin cepat. Dengan adanya kecepatan permukaan yang berbeda tersebut, pada saat serat-serat dipasangkan pada rol yang berikutnya seolah-olah seperti ditarik dan bergerak lebih cepat. Hal yang demikian akan mengakibatkan serat-serat akan dicabut secara terus menerus dan sedikit demi sedikit dari kelompoknya sehingga bergeser posisinya. Akibatnya berat per satuan panjang dari bahan yang dihasilkan akan lebih kecil dan lebih panjang. Proses peregangan pada mesin drawing dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

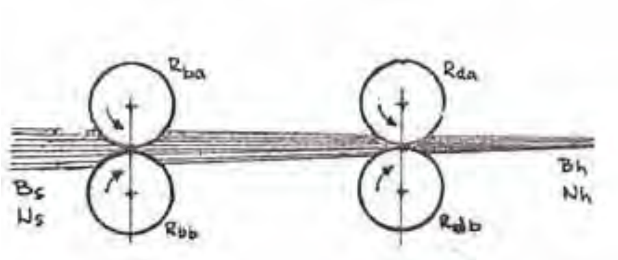


Gambar 105. Pasangan-pasangan rol pada proses peregangan

Keterangan:

Bs	=	berat bahan yang disuapkan per satuan panjang
Bh	=	berat bahan yang dihasilkan per satuan panjang
Ns	=	nomor bahan yang disuapkan dalam sistem Ne_1
Nh	=	nomor bahan yang dihasilkan dalam sistem Ne_1
Rba	=	rol belakang atas
Rbb	=	rol belakang bawah
Rta	=	rol tengah atas
Rtb	=	rol tengah bawah
Rda	=	rol depan atas
Rdb	=	rol depan bawah
Db	=	daerah peregangan belakang
Dd	=	daerah peregangan depan

Proses peregangan tersebut dapat disederhanakan dengan meniadakan pasangan rol dengan untuk sementara, sehingga susunannya menjadi seperti gambar di bawah ini.



Gambar 106. Dua pasang rol pada proses peregangan

Jika kecepatan permukaan rol depan dan rol belakang berturut-turut ialah Vd dan Vb, sedangkan selama pereganan tidak terjadi limbah, jumlah bahan yang dihasilkan harus sama dengan bahan yang disuapkan

Vb . Bs = Vd . Bh atau

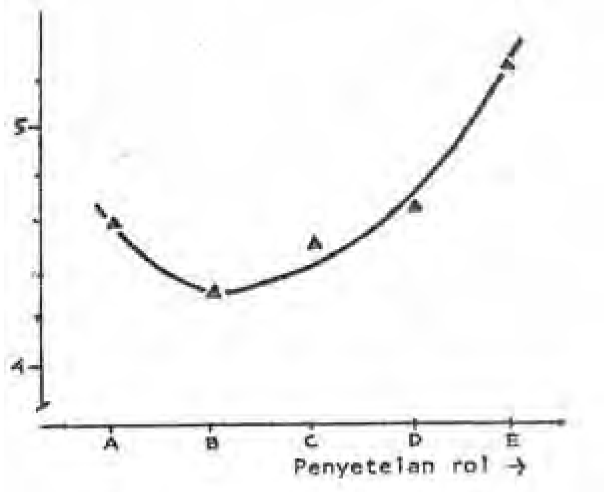
(Vd/Vb) = (Bs/Bh)=(Nh/Ns)

Jadi, jika besar peregangan atau *draft* sama dengan enam, permukaan rol depan harus enam kali kecepatan permukaan rol belakang dan berat

persatuan panjang bahan yang dihasilkan menjadi seperenam dari berat bahan yang disuapkan untuk satuan panjang yang sama.

(f) Distribusi regangan pada mesin *drawing*
Untuk mendapatkan hasil *drawing* yang baik dengan nilai ketidakrataan yang rendah, besar regangan pada masing-masing daerah peregangan perlu diatur, agar serat-serat yang bergerak dalam daerah peregangan (*drafting zone*) dapat dikontrol sejauh mungkin. Pengontrolan serat-serat tersebut sebenarnya tergantung pada sifat seratnya sendiri, kecepatan putaran rol, pembebanan pada rol dan besarnya regangan pada masing-masing daerah regangan. Walaupun demikian, Saco-Lowell memberikan pedoman untuk menentukan besarnya regangan pada masing-masing daerah peregangan, berdasarkan atas penyusutan yang sama atas bahan yang mengalami peregangan.

(g) Penyetelan jarak antar pasangan rol peregang
Penyetelan jarak adalah hal yang paling penting pada mesin d*rawing*. Penyetelan jarak pasangan rol peregang hanya dilakukan terhadap rol bawah (*bottom-roll*) karena rol bawah adalah berputar aktif dan berhubungan dengan roda-roda gigi yang berhubungan dengan sumber gerakan, sementara rol atas hanya berputar karena gesekan dari rol bawah. Penyetelan jarak yang terlalu dekat maupun terlalu jauh akan meningkatkan ketidakrataan dari hasil *sliver*nya. Hal ini dapat terlihat pada gambar 107, yang menunjukkan hubungan antara jarak rol dengan ketidakrataan hasil *sliver*nya.



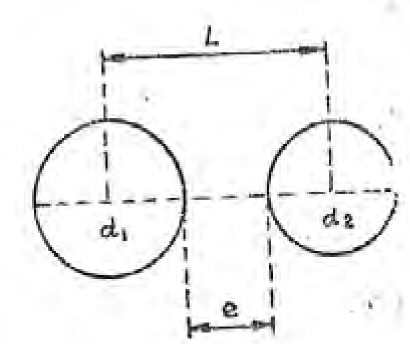
Gambar 107. Pengaruh jarak antar rol dengan ketidakrataan dari *sliver* yang dihasilkan.

Karena serat kapas mempunyai variasi panjang yang tidak tetap, kemungkinan untuk dapat menentukan jarak antar rol pada masing-masing daerah peregangan sangat sulit dilakukan. Walaupun demikian, Shirley Institute telah mengmbangkan suatu rumus empiris yang dapat digunakan sebagai pedoman penyetelan rol, sehingga untuk mendapatkan jarak antar rol yang tepat masih perlu dilakukan sedikit penyesuaian. Penyetelah di daerah peregangan depan (*front zone*) sangat penting dilakukan karena regangan yang dikenakan di daerah tersebut ialah yang terbesar diantara daerah-daerah lainnya.

Berikut ini ialah pedoman penyetelan Shirley Institute untuk pengolahan serat kapas berdasarkan antar titik jepit pasangan rol.
Daerah peregangan depan =
Effective Length (panjang efektif)+(3/16) s/d (1/4) inci
Daerah peregangan tengah = *Effective Length*+(3/8) s/d (7/16) inci
Daerah peregangan belakang = *Effective Length*+(5/8) s/d (11/16) inci

Jika diameter rol diketahui, jarak antar rol dapat ditentukan dengan mudah. J.C. Boel memberikan pedoman penyetelan rol sebagai berikut:
Daerah peregangan depan = *Effective length* + 3 mm
Daerah peregangan tengah = *Effective length* + 6 mm
Daerah peregangan belakang = *Effective length* + 9 mm.

Penyetelan tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan jarak permukaan rol (*roller gauge*) antara dua pasangan rol untuk setiap jarak titik jepit yang ditentukan. Jarak titik jepit adalah jarak antara garis singgung dua pasangan rol di mana serat-serat tepat terpegang oleh titik jepitan. Biasanya jarak ini merupakan jarak antara titik tengah rol-rol yang bersangkutan. Untuk mengukur jarak permukaan rol (*roller gauge*) digunakan alat pengukur jarak (*setting gauge*) yang diletakkan di antara kedua permukaan rol pada bagian yang dilalui serat. Hubungan antara besarnya nilai jarak permukaan rol (*roller gauge*) dan titik jepit diperlihatkan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 108. *Roller gauge*

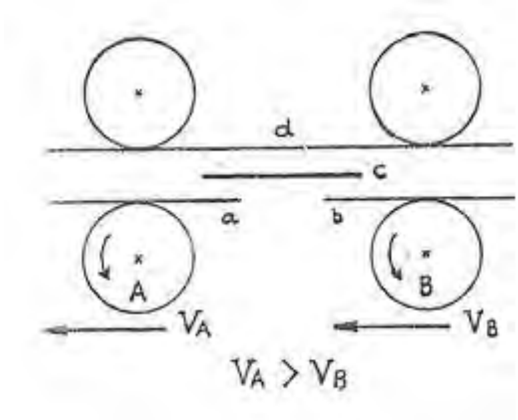
di mana :
e = jarak permukaan rol
L = jarak titik tengah rol
d_1 . d_2 = diameter masing-masing rol

(h) Faktor-faktor yang mempengaruhi penyetelan jarak antar rol peregang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyetelan jarak antar rol peregang adalah sebagai berikut:

- Panjang serat yang diolah

  Sebagaimana diketahui serat yang terdapat pada bal-bal kapas yang diolah memiliki panjang yang bervariasi. Serat-serat pendek biasanya dipisahkan pada proses *carding* dan *combing*, sedangkan serat-serat panjang diteruskan dalam proses selanjutnya. Biasanya pada saat serat-serat sampai dimesin *drawing* panjangnya berkurang 5–10 persen dari pada panjang serat kapas aslinya sebelum diolah. Hal ini disebabkan oleh proses-proses sebelumnya di mana serat-serat mengalami pemukulan (misalnya pada *cleaning point*) sehingga menimbulkan banyak serat putus. Pada proses mesin *drawing*, untuk menghindari kemungkinan terjadinya banyak serat-serat putus atau jatuh di antara pasangan rol peregang, penyetelan jarak antar rol penarik dilakukan sedemikian rupa, sehingga tidak terlalu sempit atau terlalu longgar. Jika penyetelan terlalu sempit akan terjadi banyak serat putus atau keriting (*cracking fiber*) dan jika terlalu lebar akan terjadi banyak serat yang mengambang di antara dua pasangan rol (*floating fibers*) sehingga menimbulkan ketidakrataan hasil *sliver*nya. Gambar 109 menunjukkan kemungkinan kedudukan serat-serat pada saat melalui dua pasangan rol penarik.



Gambar 109. Kedudukan serat antara dua pasangan rol penarik

Va = kecepatan permukaan rol A
Vb = kecepatan permukaan rol B

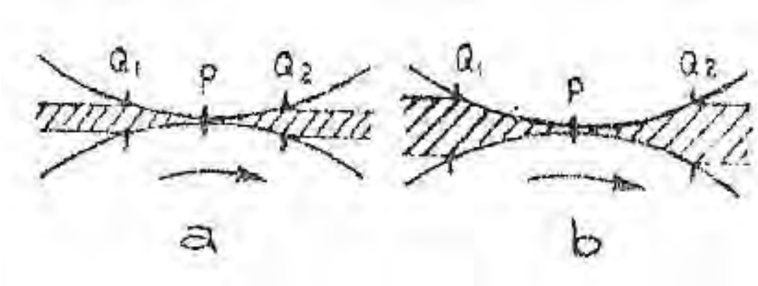
Keterangan :

- Serat a yang dijepit oleh pasangan rol A akan bergerak dengan kecepatan Va
- Serat b yang dijepit oleh pasangan rol B akan bergerak dengan kecepatan Vb
- Serat c yang mengambang di antara kedua pasangan rol A dan rol B kemungkinan akan jatuh diantaranya.
- Serat d ujung belakang bergerak lambat, ujung depannya bergerak lebih cepat, akibatnya ujung depan putus apabila jepitannya cukup kuat atau rusak kalau tercabut dengan paksa.

• Tebal tipisnya *sliver* yang diolah

Jika *sliver* yang melalui pasangan rol diameternya lebih besar, rol atas mempunyai kecenderungan untuk bergeser naik atau lebih renggang terhadap rol bawahnya. Ini berarti bahwa tekanan pembebanan terhadap serat bertambah besar serta titik atau garis jepitnya bertambah lebar juga. Gambar 110 menunjukkan bahwa semakin tebal *sliver*nya, semakin panjang daerah jepitannya, sehingga jika penyetelan jarak antar rolnya tetap, maka

sebenarnya daerah jepitannya relatif akan lebih pendek.



Gambar 110. *Sliver* yang melalui rol dengan ukuran yang berbeda

Jadi, untuk *sliver* yang lebih berat atau diameternya besar diperlukan penyetelan rol yang lebih lebar. Hal ini untuk menghindari serat-serat terjepit oleh dua buah pasangan rol. Karena itu penyetelan jarak rol pada bagian penyuapan atau rol belakang dengan rol ke-3 dibuat longgar, rol ke-3 dengan ke-2 sedang, rol ke-2 dengan rol depan sempit. Ini diakibatkan adanya pengurangan berat karena terjadinya proses peregangan.

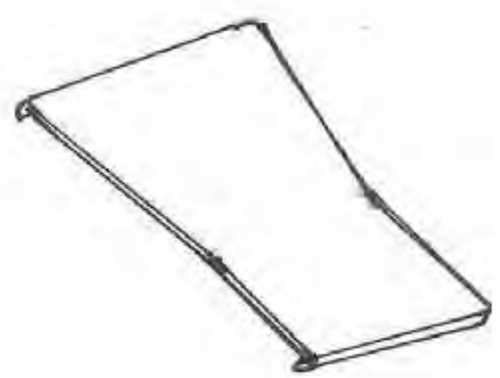
- Proses sebelumnya
  Meskipun *carding* sedikit banyak sudah mengalami pelurusan, serat-serat pada slievr *carding* belum dapat dikatakan lurus sebagaimana serat-serat pada *sliver combing*. Karena itu penyetelan rol pada mesin *drawing* untuk pengolahan *sliver carding* lebih sempit daripada untuk pengolahan *sliver combing*

- Sifat serat yang diolah
  Serat yang kasar dan kaku lebih sulit dikontrol pada saat terjadinya penarikan daripada serat-serat halus. Karena itu, untuk serat yang kasar penyetelan jarak Antara rol peregang lebih sempit.

- Jenis rol peregang
  Rol logam memerlukanpenyetelan yang lebih lebar daripada rol biasa karena titik jepitnya bertambah lebar.

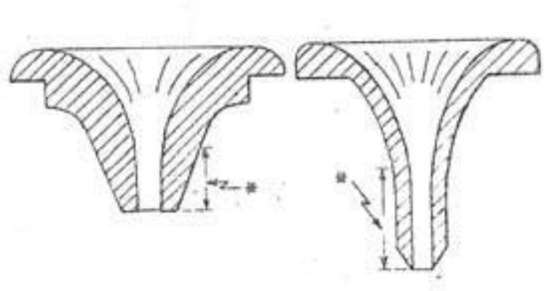
(3) Bagian penampungan
Bagian penampungan dari mesin *drawing* terdiri dari:

(a) Pelat penampung
Pelat penampung dibuat dari pelat besi yang berbentuk seperti trapesium dengan bagian yang kecil menuju ke terompet. Permukaan pelat ini biasanya dipolis sangat licin sehingga berfungsi sebagai pengantar *sliver* yang keluar dari rol depan seperti terlihat pada gambar 111.



Gambar 111. Pelat penampung *sliver*

(b) Terompet
Terompet dibuat dari besi tuang (*cast iron*) atau *bronce*, dan terletak di antara rol depan dan rol penggilas. Panjangnya1" – 1,5", diameter atasnya kira-kira 1,5 inci dan bawahnya kira-kira 0,25". Terompet memiliki panjang 1-1,5 inci, diameter atas kira-kira 1,5 inci, dan diameter bawah kira-kira 0,25 inci. Ukuran diameter lubang terompet tergantung pada jenis dan ukuran *sliver* yang diolah. Di bawah ini adalah rumus yang biasa digunakan untuk menentukan diameter lubang terompet untuk jenis *sliver.*



*) pada bagian ini mengecilnya sedikit sekali

Gambar 112. Penampang terompet

Diameter terompet (inci) = k x berat *sliver* dalam *grain*/yard

Di mana k adalah suatu angka tetapan.

Untuk *drawing passage* pertama k = 0,0172

Untuk *drawing passage* kedua k = 0,0156

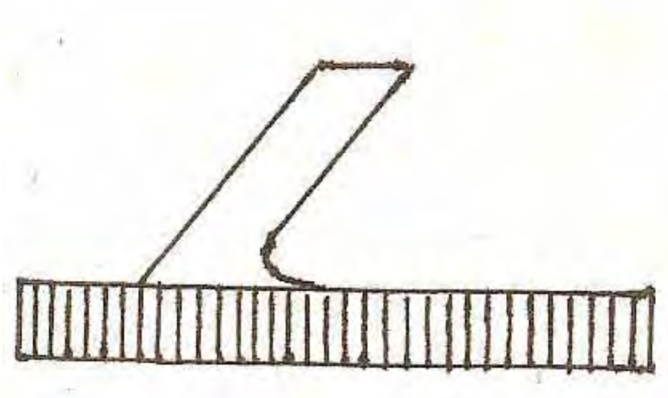
Untuk *Combed drawing* k = 0,0141

(c) Rol penggilas

Fungsi rol penggilas ialah untuk menggilas dan menarik *sliver* yang keluar dari rol depan melalui terompet menjadi sebuah *sliver* dan meneruskannya ke dalam *coiler*.

(d) *Coiler*

Fungsi *coiler* ialah untuk meletakkan *sliver* ke dalam *can* dengan teratur, sehingga memudahkan penarikan kembali dari dalam *can* pada proses selanjutnya tanpa mengalami perpanjangan atau sering putus. *Coiler* ialah pelat bergigi yang cukup besar danbiasanya disebut *tube gear*, letaknya datar tepat di bawah rol penggilas. Permukaan bawahnya licin dan bagian atasnya merupakan tabung dengan diameter lubang 1,5 inci dan membuat sudut tertentu seperti terlihat pada gambar berikut.

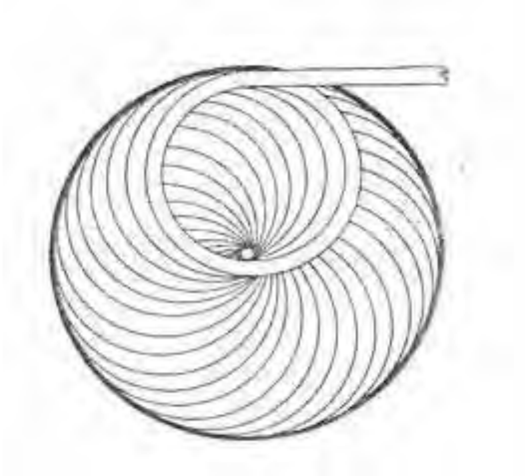


Gambar 113. *Coiler*

Ujung atas tabung langsung berada di atas titik pusat pelat bergigi, kira-kira 4 inci diatasnya dan 0,5 inci di bawah rol penggilas.

(e) *Can* penampung *sliver*

Can penampung dibuat dari bahan sintetik seperti karton yang keras dan kuat atau dari pelat logam dengan diameter berkisar antara 10 sampai dengan 40 inci dan tingginya ± 36 inci seperti halnya *can* pada mesin *carding*, dan di dalamnya terdapat alas yang ditahan oleh per. *Can* diletakkan diatas landasan besi bundar bergigi (*turn table*) yang berputar sangat lambat melalui susunan roda-roda gigi. Perlu di perhatikan di sini bahwa titik pusat *coiler* tidak terletak pada satu garis vertikal dengan titik pusat dari landasan *can*. Dengan demikian, letak *sliver* dalam *can* dapat tersusun rapi seperti terlihat pada gambar 114.



Gambar 114. Letak *sliver* dalam *can*

c) Pemeliharaan mesin d*rawing*
Pemeliharaan pada mesin *drawing* meliputi :

- Pembersihan mesin *drawing* secara rutin setiap 1 bulan;
- Pelumasan *bearing top roll*, dan *bottom roll* setiap 1 minggu;
- Pelumasan *top roll* setiap 1 bulan.
- Pelumasan sub *gear box*, dan *gear box* setiap 3 bulan.
- Seting *bottom roll* setiap 4 bulan.
- Pencucian *top roll* setiap 1 minggu
- Penggerindaan *top roll* setiap 2 bulan.

d) Pengujian mutu hasil
Mutu *sliver* hasil mesin *drawing* merupakan kunci dari mutu benang yang akan dihasilkan, mengingat pada proses selanjutnya tidak lagi proses perbaikan mutu bahan terutama dalam perbaikan mutu kerataan bahan. Pengawasan terhadap mutu *sliver* hasil mesin *drawing* meliputi :

- pengujian nomor *sliver drawing*
- pengujian kerataan *sliver drawing*

(1) Pengujian nomor *sliver drawing*

Pengujian nomor dilakukan dengan cara :

- menyiapkan alat pengukur panjang *sliver* yang disebut *wrap block;*
- menyiapkan alat pengukur berat yang disebut *neraca analitik*;
- mengukur *sliver* sepanjang 6 yard atau 6 meter sebanyak 4 kali atau lebih;
- menimbang *sliver* yang telah diukur panjangnya;
- menghitung nomor *sliver* dengan cara penomoran tertentu.

(2) Pengujian kerataan *sliver drawing*

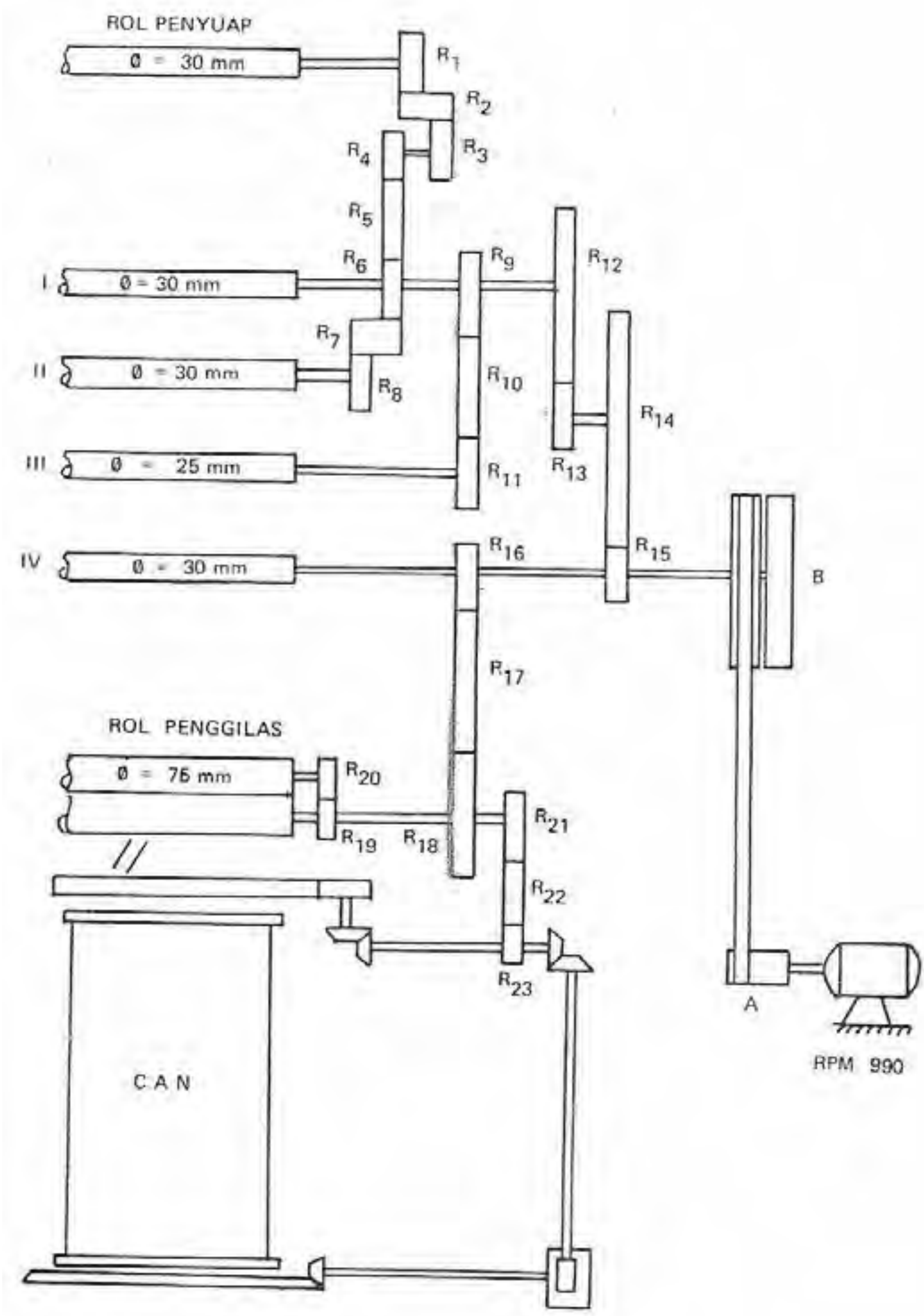
- menyiapkan alat pengukur kerataan *sliver* yang disebut *uster evenes tester*, lengkap dengan *condensator* pengukur;
- *recorder*, alat untuk mencatat grafik ketidakrataan bahan (*sliver carding*);
- integrator, alat yang mencatat langsung harga ketidakrataan u% dan cv% recordernya, alat yang mencatat *periodisity* dari bahan yang diuji (*sliver carding*);
- menyiapkan *sliver* sebanyak benang di tengah *can;*
- memasang *sliver* pada condensator dengan melewatkan ujung *sliver* pada slot;
- melewatkan *sliver* pada alat pemegang dan pengantar bahan;
- menjalankan *condensator* selama waktu yang ditentukan;
- hasil ketidakrataan dapat dibaca langsung pada Integrator.

e) Penghitungan regangan

Penghitungan regangan berdasarkan susunan roda gigi mesin *drawing* dapat dilakukan dengan membandingkan kecepatan permukaan dari rol penggilas (*callender*) dengan kecepatan permukaan rol penyuap. Hasil penghitungan ini disebut regangan jumlah (*total draft*). Pada mesin *drawing* biasanya diperlukan penghitungan dari tiap-tiap daerah regangan (*draft zone*). Misalnya

daerah regangan antara rol belakang (rol I) dan rol II. Daerah ini adalah daerah regangan yang diperlukan untuk membuka antihan yang terdapat pada *sliver*. Karena putaran *coiler* yang mengatur penampungan *sliver* pada *can*, pada *sliver* ini terdapat antihan yang tidak besar tapi dapat memberikan kekuatan yang cukup pada *sliver*. Regangan untuk membuka antihan ini disebut break draft. Dengan mengalikan nilai-nilai regangan yang terdapat pada tiap-tiap daerah regangan jumlah (total draft).

(1) Putaran rol penyuap
Puli motor A memutarkan puli B dengan perantaraan *belt*. Satu poros dengan B terdapat roda gigi R_{15} yang berhubungan dengan roda gigi R_{14}. Satu poros dengan R_{14} terdapat roda gigi R_{13} yang berhubungan dengan R_{12}. Satu poros dengan R_{12} terdapat roda gigi R_6 yang berhubungan dengan roda gigi R_4 melalui roda gigi perantara R_5. Seporos dengan R_4 terdapat roda gigi R_3 yang berhubungan dengan roda gigi R_1 melalui roda gigi perantara R_2. Pada poros roda gigi R_1 terdapat rol penyuap.



Gambar 115. Susunan roda gigi mesin *drawing*

Keterangan :
A = puli Ø 112 mm
B = puli Ø 340 mm
Roda gigi R_1 = 58 gigi
Roda gigi R_2 = 30 gigi
Roda gigi R_3 = 47 gigi
Roda gigi R_4 = 20 gigi
Roda gigi R_5 = 43 gigi
Roda gigi R_6 = 25 gigi
Roda gigi R_7 = 50 gigi
Roda gigi R_8 = 20 gigi
Roda gigi R_9 = 49 gigi
Roda gigi R_{10} = 40 gigi
Roda gigi R_{11} = 20 gigi
Roda gigi R_{12} = 50 gigi
Roda gigi R_{13} = 40-60 (RPR) gigi
Roda gigi R_{14} = 120 gigi
Roda gigi R_{15} = 30 gigi
Roda gigi R_{16} = 27 gigi
Roda gigi R_{17} = 70 gigi
Roda gigi R_{18} = 53 gigi
Roda gigi R_{19} = 25 gigi
Roda gigi R_{20} = 25 gigi
Roda gigi R_{21} = 35 gigi
Roda gigi R_{22} = 38 gigi
Roda gigi R_{23} = 24 gigi

Secara singkat, gerakan dari sumber gerakan ke rol penyuap dapat diikuti sebagai berikut: Puli motor A puli B, roda gigi R_{14} ; roda gigi R_{13} ; roda gigi R_{12} ; roda gigi R_6 ; roda gigi R_5 ; roda gigi R_5 ; roda gigi R_3 ; roda gigi R_2 ; roda gigi R_1; rol penyuap.

(2) Putaran rol-rol peregang
Puli motor A berhubungan dengan puli B. Satu poros dengan B terdapat roda gigi R_{15}, R_{16} dan rol peregang IV yang merupakan rol depan dari rol-rol peregang. Roda gigi R_{15} berhubungan dengan roda gigi R_{14}. Satu poros dengan roda gigi R_{14} terdapat roda gigi R_{13} yang berhubungan dengan roda gigi R_{12} . Satu poros dengan R_{12} terdapat R_9, R_6 dan rol peregang I yang merupakan rol peregang belakang dari rol-rol

peregang. Roda gigi R_6, berhubungan dengan roda gigi R_8 melalui roda gigi perantara R_7. Pada poros R_8 terdapat rolperegang II. Roda gigi R_9 berhubungan dengan roda gigi R_{11} melalui roda gigi perantara R_{10}. Pada poros R_{11} terdapat rol peregang III. Secara singkat, hubungan dari sumber gerakan ke rol-rol peregangan dapat diikuti sebagai berikut :
Puli A; Puli B; rol peregang IV (rol depan). Roda gigi R_{15} ; roda gigi-gigi R_{14} ; roda gigi R_{13} ; roda gigi R_{12} rol peregang I. Roda gigi R_6 ; roda gigi R_7 ; roda gigi R_8 ; rol peregang II. Roda gigi R_9 ; roda gigi R_{10} ; roda gigi R_{11} ; rol peregang III.

(3) Putaran rol penggilas (*calender)*
Puli motor A berhubungandengan puli B. Satu poros dengan B terdapat roda gigi R_{16} yang berhubungan dengan roda gigi R_{18} terdapat rol penggilas yang berhubungan dengan rol penggilas II melalui roda gigi R_{19} dan R_{20}. Secara singkat, hubungan sumber gerakan ke rol penggilas dapat diikuti sebagai berikut:
Puli A; puli B; roda gigi R_{17}, roda gigi R_{18} ; rol penggilas.

(4) Tetapan regangan
Seperti pada mesin-mesin sebelum mesin *drawing*, maka tetapan regangan dapat dihitung dari perhitungan regangan mekanik dengan memisalkan roda gigi pengganti regangan=1
RM = *(Kecepatan permukaan rol penggilas)/ (Kecepatan permukaan rol penyuap)*

(5) Regangan mekanik
Regangan mekanik dapat dihitung dengan membandingkan kecepatan permukaan rol penggilas dengan kecepatan permukaan dari rol penyuap. Hasil perhitungan di sini adalah merupakan regangan jumlah dari mesin *drawing*

(6) Regangan nyata
Regangan nyata dapat dihitung dengan membandingkan berat bahan masuk per satuan

panjang tertentu dan berat bahan keluar per satuan panjang tertentu. Atau dapat pula membandingkan antara nomor bahan keluar dengan nomor bahan masuk untuk sistem nomor Ne_1.

RN =(*Rangkpn · No. Keluar)/(Nomor masuk)*

9) Persiapan *Combing*

Tujuan dari proses persiapan *combing* adalah untuk meluruskan serat, memperbaiki kerataan berat persatuan panjang dan mengubah *sliver carding* menjadi *lap* kecil yang sesuai untuk penyuapan mesin *combing*.

Pada mesin-mesin persiapan *combing* model lama, beberapa *sliver carding* disuapkan berjajar satu sama lain pada mesin *sliver lap* dan hasilnya berupa *lap* kecil yang digulung pada *bobin*. Beberapa *lap* kecil tersebut kemudian disuapkan ke mesin *ribbon lap* dan hasilnya berupa *lap* kecil yang lebih rata dan lebih lurus serat-seratnya. Karena penggulungan *lap* kecil pada *bobin* di mesin *sliver lap* tidak dapat memuat banyak, *bobin* lekas penuh dan segera harus dilakukan *doffing* sehingga efisiensi mesin menjadi rendah.

Apabila *lap* kecil pada mesin *ribbon lap*, gulungan *lap* kecil pada *bobin* juga cepat habis. Penggantian *lap* kecil yang disuapkan harus sering dilakukan, sehingga memerlukan perhatian dan pelayanan yang lebih banyak. Untuk meningkatkan efisiensi mesin-mesin persiapan *combing* maka pada mesin model baru, beberapa *sliver carding* yang disuapkan dan telah mengalami peregangan tidak digulung dalam bentuk *lap* kecil melainkan dikumpulkan menjadi satu melalui terompet dan ditampung dalam *can* besar. Mesin tersebut bekerja sesuai dengan tujuannya, yaitu tidak menghasilkan *lap* kecil. Mesin tersebut lazim disebut mesin *pre drawing*. Beberapa *sliver* hasil mesin pre *drawing* kemudian disuapkan ke mesin *lap former* (*super lap*) dan hasilnya berupa *lap* kecil yang sesuai untuk penyuapan mesin *combing*. Karena *sliver* yang disuapkan tersedia cukup banyak dalam *can*, penyuapan tidak cepat habis, sehingga tidak banyak memerlukan perhatian dan pelayanan. Secara singkat urutan proses persiapan *combing* dapat digambarkan sebagai berikut:

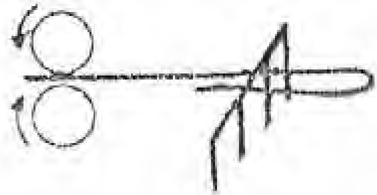
Model lama	Model baru
Carding	*Carding*
↓	↓
Sliver Lap	Pre *Drawing*
↓	↓
Ribbon Lap	*Lap Former (Super Lap)*
↓	↓
Combing	*Combing*

Urutan proses persiapan *combing*

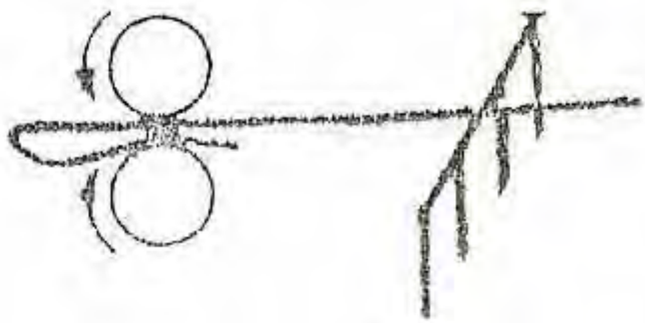
Jika kita perhatikan perkembangan proses persiapan *combing* seperti terlihat pada kedua urutan proses tersebut diatas, pada hakekatnya tidak ada penyingkatan proses, kecuali peningkatan efisiensi. Apabila satu proses dihilangkan, sebagian besar serat yang mempunyai tekukan akan disuapkan ke arah yang salah sehingga hasil pelurusan serat selama penyisiran kurang efektif.

Teori Prof. Morton yang didasarkan atas beberapa hasil penyelidikannya, menunjukkan bahwa serat-serat didalam *sliver* hasil mesin *carding* sebagian besar mempunyai ujung yang tertekuk di bagian belakangnya. Dengan adanya tekukan serat, maka pelurusan dan penjajaran serat pada mesin *drawing* tidak akan sempurna. Untuk menghilangkan/meluruskan tekukan tekukan serat tersebut, dilakukan penyisiran pada mesin *drawing* dan mesin *combing.* Penyisiran ini juga berfungsi meluruskan tekukan serat jika letak tekukan selama penyuapan ada di bagian depan serat, sedang bagian belakangnya dalam keadaan dijepit. Hal ini dapat terlihat jelas pada gambar berikut ini.

(a)



(b)



Gambar 116. Arah penyuapan serat pada mesin *combing*

Gambar (a) memperlihatkan arah penyuapan tekukan serat yang betul sehigga tekukan serat dapat diluruskan selama penyisiran. Sedang gambar (b) memperlihatkan arah penyuapan tekukan serat yang salah sehingga tekukan serat tidak terluruskan pada waktu penyisiran.

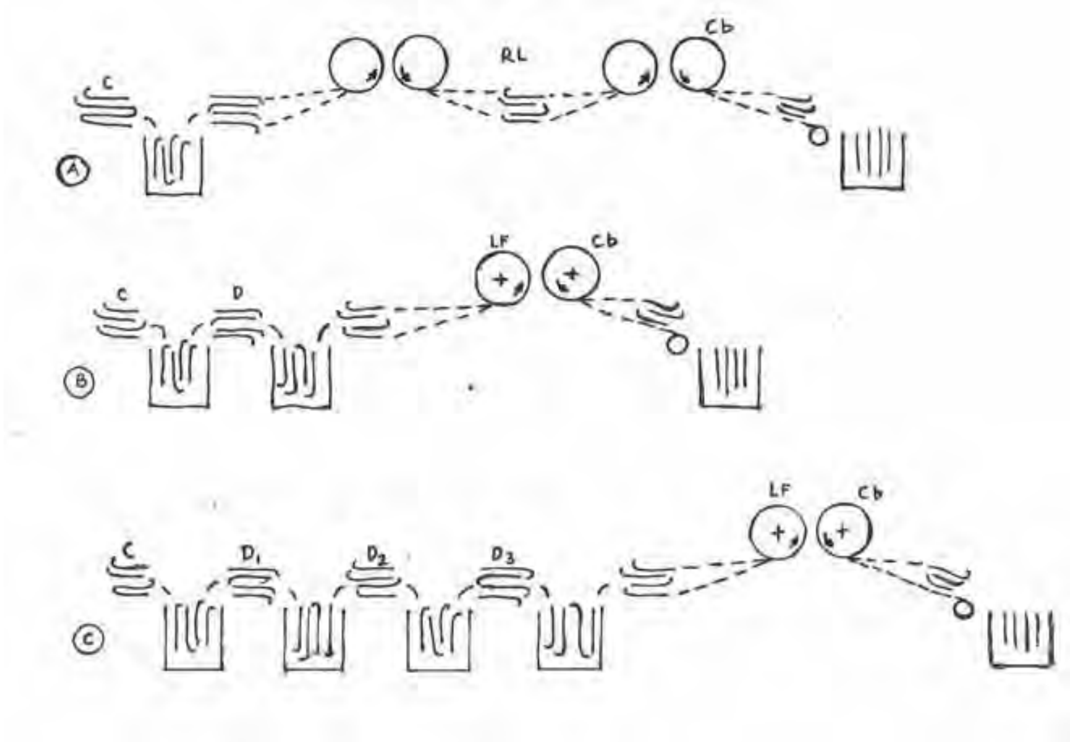
Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka pada urutan proses persiapan *combing* baik model lama maupun baru, harus disusun sedemikian rupa sehingga penyuapan serat pada mesin *combing*, sebagian besar tekukan serat berada di bagian depan seperti yang terlihat pada gambar (a). Dengan demikian, sebagian besar tekukan serat dengan mudah dapat diluruskan oleh sisir-sisir mesin *combing*. Dengan cara model baru yaitu dengan urutan mesin-mesin pre *drawing* dan *lap former*, selain mesin pre *drawing* mengubah kedudukan tekukan serat dari

bagian belakang (*travelling hook*) ke bagian depat serat (*leading hook*), mesin *pre drawing* juga berfungsi sebagai mesin *drawing*.

Gambar 117 menunjukkan susunan mesin pada proses persiapan *combing* dengan keadaan tekukan serat-seratnya. Dengan memasang 1 atau 3 mesin *drawing* sebagai proses pre *drawing*, yang kemudian hasil *sliver*nya disuapkan pada *lap former*, serat-serat dari *lap* hasil *lap former* yang akan disuapkan ke dalam mesin *combing*, akan mempunyai tekukan yang terletak di bagian depan (*leading hook*). Dengan demikian sisir pada mesin *combing* dapat menyisir serat serta meluruskan tekukan karena bagian belakang serat dalam keadaan dijepit.

Pemakaian mesin *lap former* dan mesin *ribbon lap* (gambar 117a), mengubah letak tekukan serat daribagian belakang (*lap* hasil *lap former*) ke bagian depan (*lap* hasil *ribbon lap*) yang kemudian disuapkan ke mesin *combing*. Namun demikian, dengan cara ini peregangan (*drafting*) dan pelurusan tekukan serat sebagai akibat proses peregangan pada mesin *drawing* menjadi kurang sempurna karena fungsi utama *lap former* adalah membuat *lap* dengan memberikan peregangan yang kecil. Dengan demikian hasil proses berikutnya tidakakan lebih baik dari cara seperti pada gambar 117b, di mana dengan cara ini lebih banyak dilakukan peregangan dengan mesin *drawing*, sehingga serat-seratnya makin terarah dan sejajar. Karena adanya kekurangan pada cara seperti gambar 117a, cara yang konvensional ini tidak lazim digunakan lagi, yang berarti bahwa mesin *sliver lap* juga sudah jarang sekali dijumpai dalam urutan proses persiapan *combing* pada proses pemintalan model baru.

Cara seperti gambar 117c di mana urutan proses terdiri dari *pre drawing* dan *lap former*, merupakan suatu cara proses persiapan *combing* yang lebih baik dalam pembuatan benang sisir. Dengan banyaknya peregangan (*drafting*) dalam urutan proses tersebut, maka serat-serat juga akan lebih sejajar, yang berarti memudahkan dan menyempurnakan penyisiran yang sesungguhnya pada mesin *combing*. Semakin lurus dan sejajar serat, resiko putusnya serat pada saat penyisiran semakin berkurang sehingga dapat mengurangi limbah.

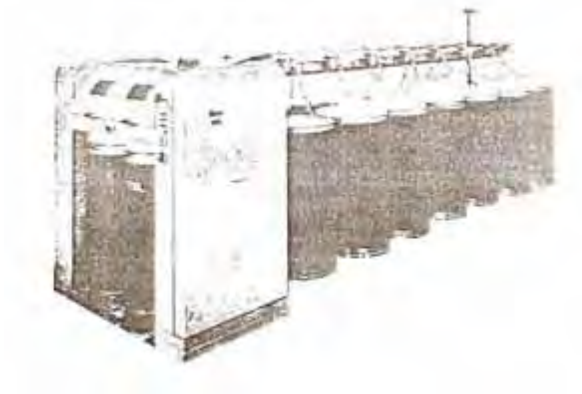


Gambar 117.
Tekukan Serat yang disuapkan ke mesin *combing*
Keterangan :
C = mesin *carding*
D = mesin *drawing*
LF = l*ap former*
Cb = *combing*
SL = s*liver lap*
RL = *ribbon lap*

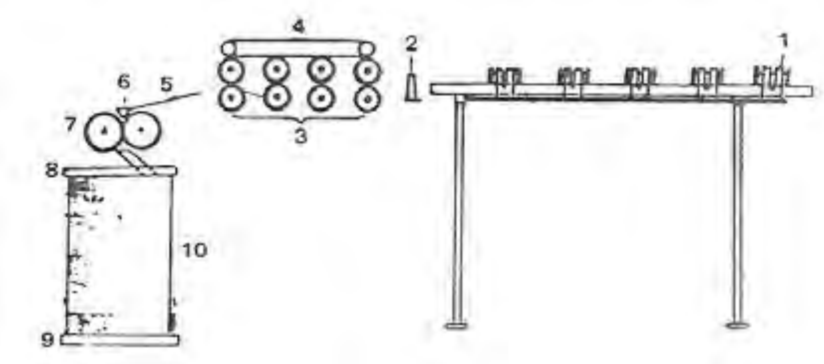
10) Proses di Mesin *Pre Drawing*

Mesin persiapan *combing* model baru pada prinsipnya mempunyai fungsi yang sama, yaitu membuat *lap* kecil yang lebih rata sebagai bahan penyuap *combing*. Mesin persiapan *combing* model baru yang banyak digunakan dewasa ini adalah mesin *pre drawing* dan mesin *lap Former*. Mesin *pre* d*rawing* ini bekerjanya adalah sama dengan mesin *drawing* biasa. Sliver hasil mesin carding digunakan sebagai bahan penyuapan. Biasanya 6–8 buah *sliver* dirangkap menjadi satu, kemudian setelah melalui proses peregangan akan dihasilkan *sliver* yang lebih rata dan letak serat-seratnya lebih sejajar jika dibandingkan dengan *sliver* hasil mesin *carding*. Penempatan *can* yang berisi

sliver hasil mesin *carding* harus diatur sedemikian rupa sehingga *sliver*nya tidak boleh habis dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 118. Mesin pre *drawing*



Gambar 119.Alur proses mesin pre *drawing*

Keterangan :
1. Pengatur *sliver*
2. Pelat penampung
3. Pasangan rol peregang
4. Pembersih
5. Pelat pengantar
6. Terompet
7. Rol penggilas
8. *Coiler*
9. Penyangga *can* (*can table*)
10. *Can*

a) Bagian-bagian mesin *pre drawing*

(1) Bagian Penyuapan

Bagian penyuapan pada mesin *pre drawing* terdiri dari:

(a) Pengantar *sliver* (1) berbentuk pelat yang diberi lekukan atau berupa rol (*lifting roll*).

(b) Pelat penampung (*collecting bar*) (2) berbentuk lekukan, berguna untuk meluruskan *sliver* yang disuapkan, supaya tidak bertumpukan.

(2) Bagian peregangan

Bagian peregangan terdiri dari:

(a) Rol peregang (3) yang terdiri dari empat pasangan rol atas dan bawah. Rol bawah dibuat dari baja yang berbentuk silinder dan beralur. Rol atas dibuat dari baja berbentuk silinder yang di*lap*isi dengan bahan sintetis.

(b) Pembersih (4) yang dibuat dari kain wol atau flanel.

(3) Bagian penampungan

Bagian penampungan terdiri dari:

(a) Pelat pengantar (5) yang dibuat dari pelat baja dengan permukaan atas yang licin untuk memperlancar jalannya serat.

(b) Terompet (6) dibuat dari logam atau bahan lain yang berbentuk seperti corong dengan permukaan dalam yang licin.

(c) Rol penggilas (7) (*calender roll*) terdiri dari sepasang silinder besi dan berputar aktif.

(d) *Coiler* (8) terdiri dari dua rolkecil berputar aktif untuk menarik *sliver* dan seterusnya *sliver* disalurkan melewati poros corong dan keluar pada bagian tepi.

(e) Penyangga *can* (9) (*can table*) berbentuk pelat bundar bergigi yang berputar aktif. Pada penyangga ini diletakkan *can*.

b) Prinsip bekerjanya mesin *pre drawing*

Can berisi *sliver carding* diletakkan secara teratur di belakang mesin sebanyak 8 sampai 10 buah *can*. Ujung *sliver* satu per satu dilewatkan melalui pengantar *sliver* (1). Dari pengantar *sliver* diteruskan ke pelat penampung (2) yang biasanya terdapat sekat untuk memisahkan *sliver* satu dengan lainnya agar supaya penyuapan dapat merata pada rol peregang (3). S*liver* ditangkap oleh rol peregang belakang dan diteruskan ke rol di depannya, di mana kecepatan permukaan rol peregang ini semakin ke

depan semakin besar, sehingga *sliver* lebih sejajar dan lurus dan pada saat keluar dari rol depan terus meluncur di atas pelat pengantar (5) untuk diantarkan ke *coiler*. Selanjutnya kapas dilewatkan melalui terompet (6) kemudian digilas oleh rol penggilas (7) dan hasilnya berupa *sliver* terus masuk ke dalam *can* tersusun rapih karena perputaran *coiler*. Di atas rol peregang terdapat pembersih (4) yang berguna untuk membersihkan serat kapas yang menempel pada rol peregang atas. Mesin ini biasanya dilengkapi dengan peralatan otomatis yang dapat menghentikan mesin apabila terdapat *sliver* putus.

c) Pemeliharaan mesin p*re drawing*

Pemeliharaan pada mesin *pre drawing* meliputi :

- Pembersihan mesin *pre drawing* secara rutin setiap1 bulan.
- Pelumasan *bearing top roll*, *bottom roll* setiap 1 minggu.
- Pelumasan *top roll* setiap
- Pelumasan *sub gear box, gear box* setiap 3 bulan.
- Setting *bottom roll* setiap 4 bulan.
- Pencucian *top roll* setiap 1 minggu
- Penggerindaan *top roll* setiap 2 bulan.

11) Proses di Mesin *Lap Former* (*Super Lap*)

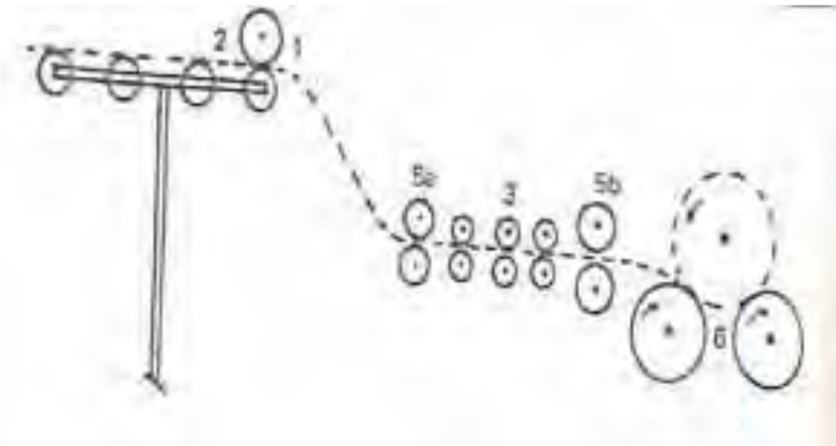
Seperti halnya pada mesin persiapan *combing* lama, pada akhir proses mesin persiapan *combing* model baru juga menghasilkan *lap* yang dapat digunakan sebagai bahan penyuap mesin *combing*. *Sliver* yang dihasilkan oleh mesin *pre drawing*, dikerjakan lebih lanjut pada mesin *lap former*. Jadi tujuan dari proses *lap former* adalah:

- Melakukan perangkapan beberapa *sliver pre drawing* untuk disuapkan bersama-sama ke mesin *lap former*;
- Melakukan peregangan lebih lanjut untuk mendapatkan kesejajaran serat yang lebih baik dan lebih lurus;
- Membuat *lap* dengan ukuran kecil sebagai penyuap mesin *Combing*. Karena berfungsi sebagai menyuap *sliver* hasil *pre drawing* yang letak serat-seratnya sudah lurus dan sejajar, mesin *lap former* menghasilkan *lap* yang lebih rata dan letak serat yang lebih sempurna. Disamping membantu mempermudah proses penyisiran, kerusakan serat juga

berkurang. Karena letak serat-seratnya sudah teratur maka penyisiran pada mesin *combing* akan berlangsung lebih mudah, sehingga kemungkinan dapat mempercepat proses penyisiran yang berarti kecepatan mesin bertambah dan efisiensi mesin akan lebih baik. Apabila hal ini dapat terjadi maka biaya ongkos produksi menjadi dapat lebih kecil.



Gambar 120. Mesin *lap former*



Gambar 122. Alur proses mesin *lap Former*

Keterangan :
1. Rol pengantar
2. Pelat pengantar
3. Pasangan rol peregang
4. Pembersih

5a. Rol penekan
5b. Rol penggilas

6. Rol penggulungn *lap*
7. Penahan *bobin*

a) Bagian-bagian mesin *lap former*

Nama-nama bagian yang penting dari mesin *lap former* adalah sebagai berikut:

(1) Bagian penyuapan

Bagian penyuapan pada mesin *lap former* terdiri dari:

- Rol pengantar (1) yang dibuat dari besi atau baja.
- Pelat pengantar (2) dibuat dari pelat baja tipis yang saling bertumpukan.

(2) Bagian peregangan

Bagian peregangan terdiri dari :

- Rol peregang (3) yang terdiri dari 3 pasangan rol atas dan bawah. Rol bawah terbuat dari baja dan beralur dan rol atas dibuat dari baja yang dibalut dengan bahan sintetis.
- Pembersih (4) dibuat dari kain flanel.
- Rol penekan (5a) dibuat dari besi.
- Sepasang rol penggilas (5b), yang besar kecilnya tekanannya dapat diatur.

(3) Bagian penggulungan

Bagian penggulungan terdiri dari:

- Rol penggulung *lap* (*lap roll*) (6) terdiri dari dua buah silinder baja yang beralur untuk menahan agar sliver yang digulung tidak slip.
- Penahan *bobin* (7) yang terletak di sebelah kanan kiri *bobin*.

b) Prinsip bekerjanya mesin *lap former* (*super lap*)

Bahan yang disuapkan berupa *sliver* hasil mesin pre *drawing*, kemudian dikerjakan lebih lanjut pada mesin *lap former*. *Sliver* dalam *can* hasil mesin pre *drawing* diletakkan secara teratur di belakang mesin. Pengaturan dilakukan sedemikian rupa sehingga *sliver* dalam *can* tidak boleh habis dalam waktu yang bersamaan. Selanjutnya ujung *sliver* dilewatkan pada pengatur (1) pelat pengantar (2), rol penekan (5a) rol peregang (3), dan rol penggilas (5b) kemudian digulung pada rol penggulung (6). *Sliver* yang melewati pengantar (2) terkumpul berjajar selebar rol peregang. Di sini kapas akan mengalami proses peregangan yang terjadi karena adanya perbedaan kecepatan permukaan rol peregang yang satu terhadap rol peregang yang lain. Setelah keluarnya dari rol peregang terus dilakukan peregangan

pada rol penggilas untuk memadatkannya. Setelah kapas keluar dari rol peregang kemudian digilas oleh rol penggilas (5b) dan hasilnya berupa *lap* yang cukup padat, kemudian digulung pada *bobin*. Besarnya tekanan rol penggilas (5b) dapat diatur menurut tebalnya *lap* yang dihasilkan. Agar penggulungan *lap* dapat berlangsung dengan baik, *bobin* harus benar-benar menempel pada rol penggulung. Setelah penggulungan *lap* pada *bobin* mencapai ukuran yang diinginkan, kemudian dilakukan *doffing* (pengambilan *lap*). Dengan demikian maka *lap* yang dihasilkan telah siap untuk disuapkan ke mesin *combing*.

c) Pemeliharaan mesin *lap former* (super *lap*).
Pemeliharaan pada mesin *lap former* (*super lap*) meliputi:

- Pembersihan mesin *Lap former* secara rutin setiap 1 bulan.
- Pelumasan gear box setiap 1 tahun.
- Pelumasan *bearing top roll* setiap 4 bulan.
- Pelumasan *top roller cots* setiap 3 tahun.
- Pencucian rantai motor utama setiap 6 bulan.
- Penggerindaan *top roller cots* setiap 3 tahun.
- Pemeriksaan *break motor* dan *magnetic cluth* setiap 4 bulan.

d) Penghitungan produksi mesin *lap former* (*super lap*)
Sebelum serat-serat diproses di mesin *combing*, perlu adanya persiapan-persiapan yang harus dilakukan agar tidak terjadi hambatan-hambatan. Proses persiapan ini antara lain adalah: membuat *sliver* agar serat-seratnya lebih sejajar dan rata serta membuat *lap* dari penggabungan beberapa *sliver*. Untuk itu diperlukan mesin-mesin yang mengolah serat-serat tadi agar menghasilkan bahan (*lap*) sebagai penyuap mesin *combing*. Mesin-mesin persiapan *combing* ini adalah :

(1) Mesin pre *drawing*
Pada prinsipnya, mesin *pre drawing* tidak berbeda dengan mesin *drawing* dalam hal cara penghitungan regangan maupun produksinya. Dengan demikian

cara-cara penghitungan ini dapat diikuti pada bab tentang *drawing*.

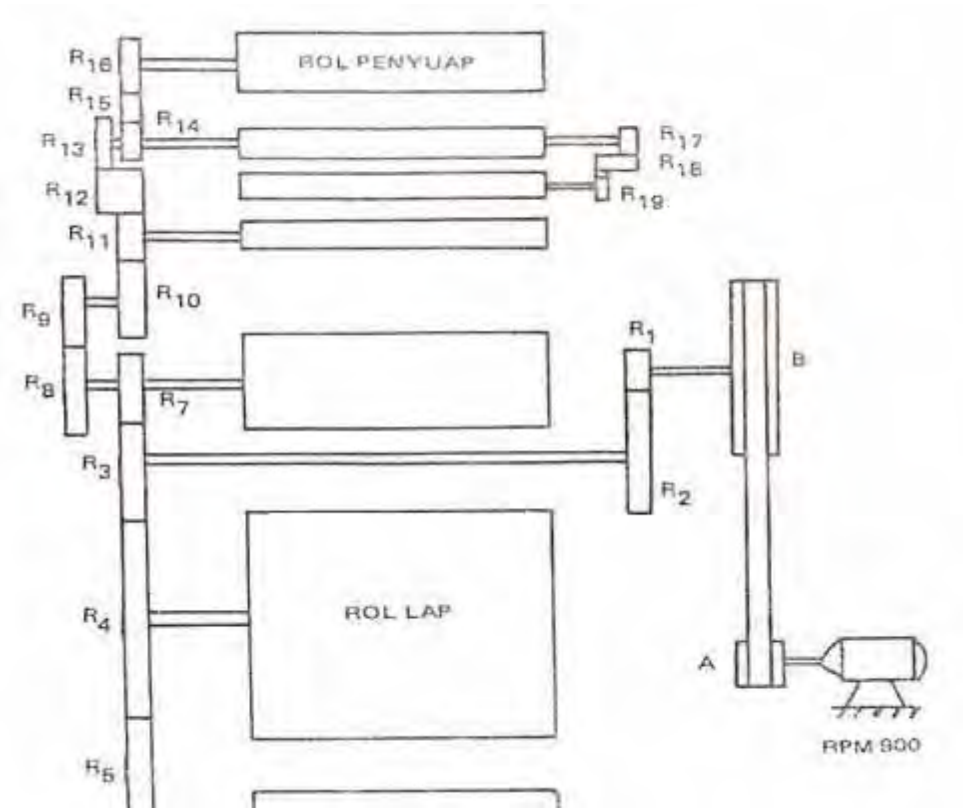
(2) Mesin *lap former*

Diagram mesin *lap former*

Sumber gerakan mesin *Lap former* diperoleh dari sebuah motor yang mempunyai kekuatan ± 3 PK dengan putaran 900–1000 putaran per menit. Gerakan-gerakan yang terdapat pada mesin *Lap former* antara lain:

- Pergeseran rol penyuap dan rol-rol peregang
- Pergerakan rol *lap*

Gerakan-gerakan ini diperoleh dari sumber gerakan melalui puli dan roda-roda.



Gambar 122. Susunan roda gigi mesin *lap former*

Keterangan :

A = puli Ø 110 mm

B = puli Ø 420 mm

Roda gigi R_1 = 22 gigi
Roda gigi R_2 = 44 gigi
Roda gigi R_3 = 26 gigi
Roda gigi R_4 = 98 gigi
Roda gigi R_5 = 32 gigi
Roda gigi R_6 = 98 gigi
Roda gigi R_7 = 26 gigi
Roda gigi R_8 = 59 gigi
Roda gigi R_9 = 39 gigi
Roda gigi R_{10} = 54 gigi
Roda gigi R_{11} = 25 gigi
Roda gigi R_{12} = 25 gigi
Roda gigi R_{13} = 35–65 gigi
Roda gigi R_{14} = 30 gigi
Roda gigi R_{15} = 20 gigi
Roda gigi R_{16} = 40 gigi
Roda gigi R_{17} = 22 gigi
Roda gigi R_{18} = 18 gigi
Roda gigi R_{19} = 20 gigi

(a) Penyuapan dan rol-rol peregang

Puli motor A berhubungan dengan puli B dengan perantaraan *belt.* Satu poros dengan B terdapat roda gigi R_1 yang berhubungan dengan R_2. Satu poros dengan R_2 terdapat roda gigi R_3 yang berhubungan dengan roda gigi R_7 . Pada poros R_7 terdapat rol penggilas dan pada bagian lain terdapat roda gigi R_8 yang berhubungan dengan roda gigi R_9 . Seporos dengan R_9 terdapat roda gigi R_{10} yang berhubungan dengan roda gigi R_{11}. Pada poros R_{11} terdapat rol depan dari pasangan rol peregang. Roda gigi R_{11} berhubungan dengan roda gigi R_{13} melalui roda gigi perantara R_{12}. Pada poros R_{11} terdapat rol belakang dari pasangan rol peregang dan roda gigi R_{14} yang berhubungan dengan roda gigi R_{16} melalui roda gigi perantara R_{15}. Pada poros roda gigi R_{16} terdapat rol penyuap. Secara singkat, urutan dari sumber gerakan ke rol penyuap dan rol peregang dapat diikuti sebagai berikut:

Puli A; Puli B; Roda gigi R_1;Roda gigi R_2; Roda gigi R_3;Roda gigi R_7; Roda gigi R_8; Roda gigi R_9; Roda gigi R_{10}; Roda gigi R_{11}; (rol peregangdepan); Roda gigi R_{12}; Roda gigi R_{13}; (rol peregang belakang); Roda gigi R_{14}; Roda gigi R_{15}; Roda gigi R_{16}; rol-rol penyuap.

(b) Pergerakan *rol lap*

Puli motor A berhubungan dengan puli B dengan perantaraan *belt*. Seporos dengan B terhadap roda gigi R_1 yang berhubungan dengan roda gigi R_2. Satu poros dengan Roda gigi R_2 terdapat roda gigi R_3 yang berhubungan dengan roda gigi R_4. Pada poros R_4 terdapat rol penggulung *lap*. Secara singkat hubungan dari sumber gerakan ke rol penggulung *lap* dapat diikuti sebagai berikut:
Puli A; Puli B; Roda gigi R_1; Roda gigi R_2; Roda gigi R_3; Roda gigi R_4; rol penggulung *lap.*

(c) Perhitungan produksi

Produksi mesin *lap former* adalah berbentuk *lap* dan dinyatakan dalam satuan berat per satuan waktu tertentu.

(d) Produksi teoritis

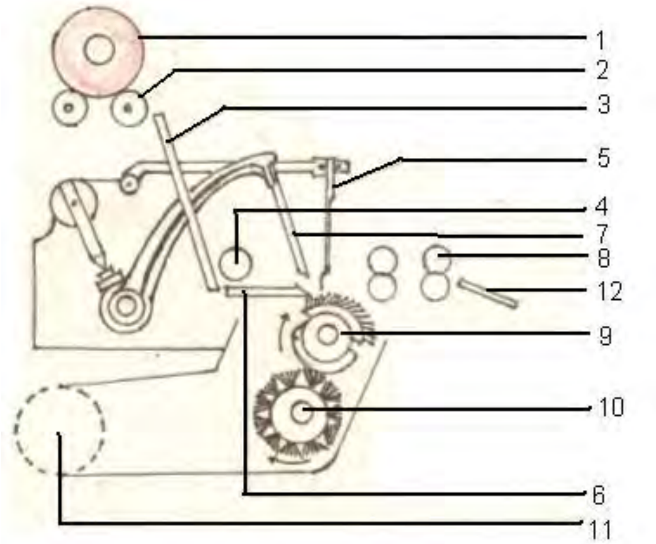
Produksi teoritis mesin *Lap former* dapat dihitung berdasarkan susunan roda gigi (gambar 122). Putaran rol *lap* yang diperoleh dari sumber gerakan dalam satu waktu tertentu menghasilkan panjang *lap* yang digulung.

12) Proses di Mesin *Combing*

Hasil mesin *carding* yang diproses dalam mesin-mesin persiapan *combing* menghasilkan *lap* yang digunakan sebagai bahan penyuap mesin *combing* pada proses penyisiran. Proses penyisiran tersebut pada hakekatnya terdiri dari beberapa gerakan secara bergantian dengan urutan sebagai berikut:

- *Lap* disuapkan oleh sepasang penjepit ke arah lebar *lap*. Ujung-ujung serat yang keluar dari jepitan kemudian disisir oleh pasangan beberapa sisir.

- Ujung-ujung serat yang panjang kemudian dicabut oleh pasangan rol melalui sisir atas.



Gambar 123. Skema mesin *combing*

Keterangan :
1. *Lap* hasil mesin super *lap*
2. Rol pemutar *lap*
3. Pelat penyuap *lap*
4. Rol penyuap *lap*
5. Sisir atas
6. Landasan penjepit
7. Pisau penjepit
8. Rol pencabut
9. Sisir utama
10. Sikat pembersih
11. Silinder penyaring
12. Pelat penampung

Dengan cara demikian serat-serat pendek dan kotoran-kotoran akan dipisahkan dan serat-seratnya menjadi lurus dan sejajar. Serat-serat pendek tersebut harus dipisahkan karena dapat mengurangi kerataan benang yang dihasilkan.

Tujuan dari proses penyisiran pada mesin *combing* ialah untuk:
- memisahkan serat-serat pendek;
- memisahkan/membuang kotoran-kotoran yang ada pada kapas;

- meluruskan serat-serat sehingga letak serat-seratnya sejajar satu sama lain.

Pada umumnya kapas yang dikerjakan melalui proses *combing* adalah kapas yang serat-seratnya panjang dan biasanya lebih dari 1 inci.
Misalnya:

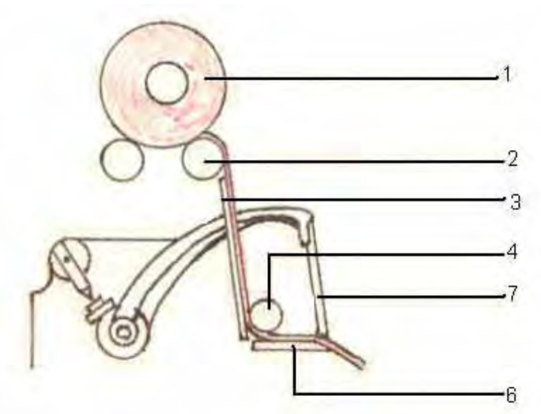
- kapas Sea Island panjangseratnya 1-2 inci
- kapas Amerika Egypton panjang seratnya 1-1 inci

Biasanya kapas yang dikerjakan melalui proses *combing* digunakan untuk pembuatan benang nomor halus (Ne_1 50 ke atas) yang disebut dengan benang sisir (*combed yarn*) benang rajut, dan benang jahit. Dalam pembuatan benang campuran kapas rayon dan benang campuran kapas poliester serat kapas harus diproses melalui mesin *combing* sebelum di*blending*. Untuk kapas yang panjang seratnya kurang dari 1 1/8 inci biasanya tidak dikerjakan melalui proses *combing.* Kapas ini biasanya digunakan untuk pembuatan benang nomor sedang (Ne_1 20 ke bawah). Benang sedang biasanya disebut benang garu (*carded yarn*).

a) Bagian-bagian mesin *combing*

Nama-nama bagian yang penting mesin *combing* ialah bagian penyuapan, penyisiran, penampungan serat panjang, serta bagian perangkapan, peregangan, dan penampungan *sliver*.

(1) Bagian penyuapan



Gambar 125. Skema bagian penyuapan mesin *combing*

Keterangan :
1. *Lap* hasil mesin *super lap*
2. Rol pemutar *lap* (*lap* roll)
3. Pelat penyuap
4. Rol penyuap *lap*
5. Landasan penjepit (*coshion pelate*)
6. Pisau penjepit (*nipper knife*)

(a) *Lap* hasil mesin *lap former* (1) atau hasil mesin *super lap* atau hasil mesin *hi lap*



Gambar 126. Rol pemutar *lap*

(b) Rol pemutar *lap* (*lap roll*)
Rol pemutar *lap* (*lap* roll) (2) terdiri dari dua buah rol yang dibuat dari alumunium beralur besar. Kedua rol ini berputar secara aktif untukmembantu pembukaan *lap* pada waktu penyuapan sedang berlangsung. Untuk menjaga agar *lap* tidak bergerak ke kiri dan ke kanan *lap* dipasang pelat penahan.



Gambar 126. Pelat penyuap

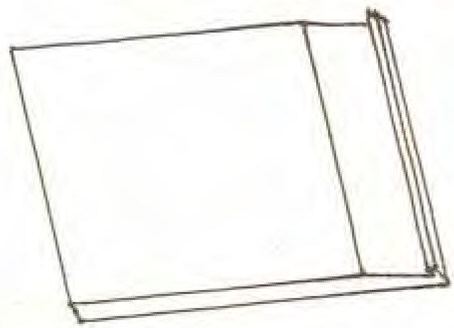
(c) Pelat penyuap
Pelat penyuap (3) dibuat dari baja dengan permukaan yang licin untuk memperlancar jalannya *lap*.



Gambar 128. Rol penyuap

(d) Rol penyuap

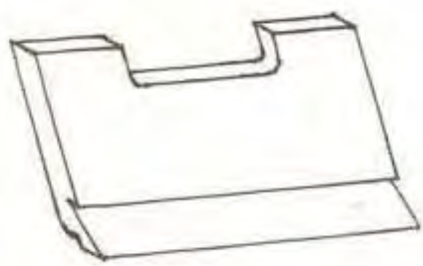
Rol penyuap *lap* (4) dibuat dari baja yang beralur dan berfungsi untuk memberikan penyuapan *lap* sesuai dengan kebutuhan setiap penyisiran.



Gambar 129. Landasan penjepit

(e) Kandasan penjepit

Landasan penjepit (*coshion pelate*) (5) dibuat dari pelat baja yang agak tebal mempunyai bagian ujung depan landasan sedikit menonjol ke atas yang memudahkan penjepitan ujung *lap*.



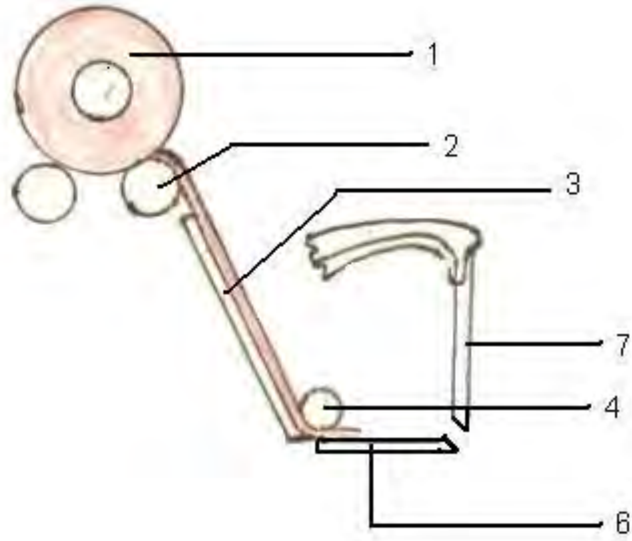
Gambar 130. Pisau penjepit

(f) Pisau penjepit

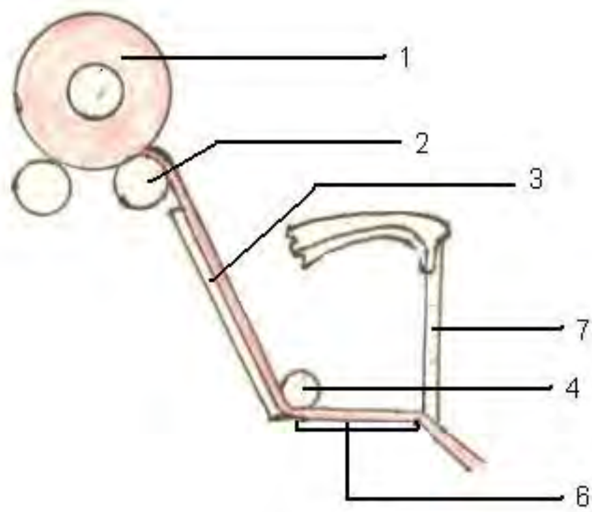
Pisau penjepit (*nipper knife*) (6) dibuat dari pelat baja yang agak tebal dan bagian bawahnya dibuat lekukan sesuai dengan benjolan pada landasan penjepit. Bentuk landasan penjepit yang demikian dimaksudkan untuk memperoleh penjepitan yang baik terhadap *lap* yang disuapkan.

(g) Prinsip kerja bagian penyuapan.

Bahan penyuapan mesin *combing* adalah *lap* berukuran kecil yang dihasilkan oleh mesin *super lap*. *Lap*-*lap* (1) tersebut diletakkan pada setiap rol pemutar *lap* (2) yang berputar searah secara periodik. Rol (2) berputar secara aktif dan panjang setiap penyuapan diatur sesuai dengan keperluan. Ujung *lap* dilakukan pada pelat penyuap (3) untuk diteruskan kepada rol penyuap (4). Di sini *lap* dijepit oleh landasan penjepit (6) dan pisau penjepit (7) yang bentuknya sedemikian rupa sehingga dapat menjepit dengan baik. Rol penyuap (4) berputar secara periodik disesuaikan dengan putaran rol pemutar *lap* (2), yang kemudian diteruskan kepada penjepit yang terdiri dari landasan penjepit (6) dan pisau penjepit (7). Pada saat penyuapan dilakukan, keadaan penjepit tersebut dalam posisi terbuka (gambar 130) dan setelah *lap* maju karena putaran periodik dari rol penyuap, (4) pisau penjepit (7) bergerak turun untuk melakukan penjepitan bersama-sama dengan landasan penjepit (dibawah 131).

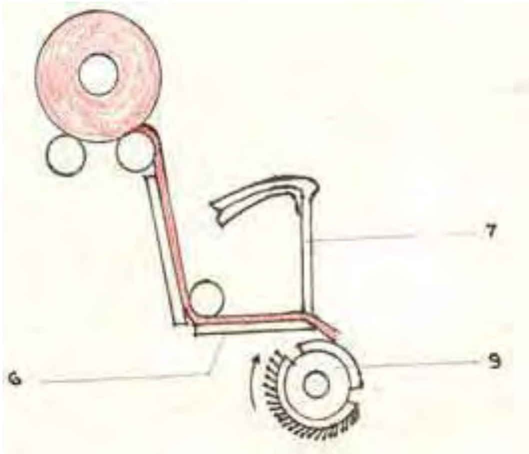


Gambar 130. Awal penyuapan *lap*



Gambar 131. Penjepitan *lap*

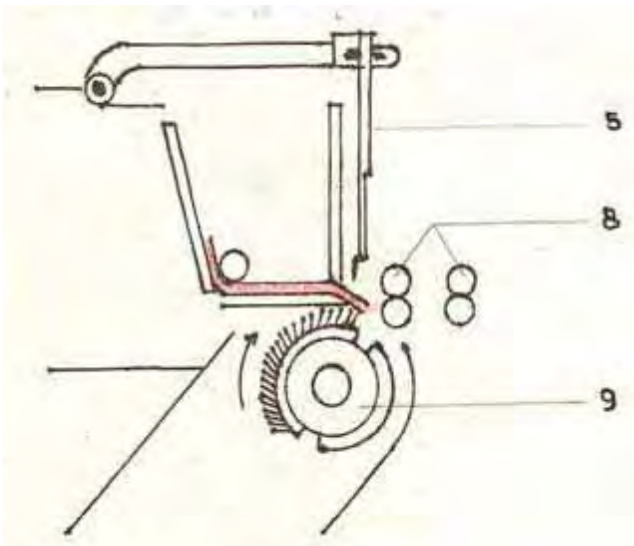
Karena bentuk ujung landasan penjepit (6) dan ujung pisau penjepit (7) dibuat lekukan sedemikian rupa, ujung *lap* dapat menyerupai rumbai-rumbai. Pada posisi ini sisir utama (9) mengenai bagian yang rata (gambar 132)



Gambar 132. Posisi sisir utama pada saat penjepitan *lap*

Karena sisir utama berputar secara terus menerus, maka pada suatu saat rumbai-rumbai *lap* akan terkena bagian sisir mulai dari bagian depan terus sampai bagian belakang.

(2) Bagian penyisiran



.

Gambar 133. Skema bagian penyisiran mesin *combing*

Keterangan :

5. Sisir atas (*top comb*)
8. Rol pencabut (*detaching roll*)
9. Sisir utama (*cylinder comb*)

(a) Sisir utama (9) berbentuk silinder dimana salah satu sisi permukaannya terdiri dari silinder besi yang halus dan sis permukaan yang lain dipasang deretan sisir yang jumlahnya berkisar Antara 15 sampai 24 sisir. Ada dua jenis sisir utama yaitu *uni comb* dan *hi comb*. Perbedaannya Antara keduanya adalah nomor sisir yang digunakan jenis *uni comb* dari depan ke belakang sama, sedang pada jenis *hi comb* semakin ke belakang semakin kecil nomor sisirnya (halus).



Gambar 134. Sisir utama

Permukaan sisir berjarak sama dari poros silinder dan sisir tersebut dari deretan depan ke belakang kehalusannya berbeda dari yang kasar menjadi semakin halus. Sisir yang terdepan kedudukannya agak condong dengan kehalusan 22 jarum per inci dengan bentuk yang besar dan kasar, sedang semakin ke belakang kehalusan sisirnya menjadi 84 jarum per inci dengan kedudukan yang lebih tegak.

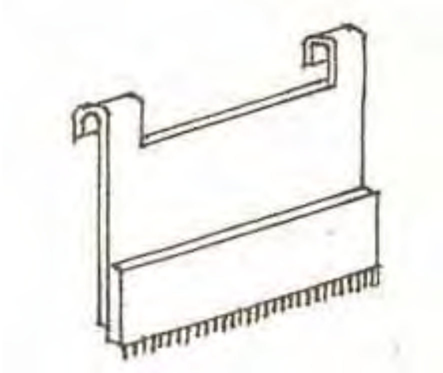


Gambar 135. Rol pencabut

(b) Rol pencabut

Rol pencabut (*detaching roll*) (8) terdiri dari dua pasang rol. Rol bawah dibuat dari baja dengan alur

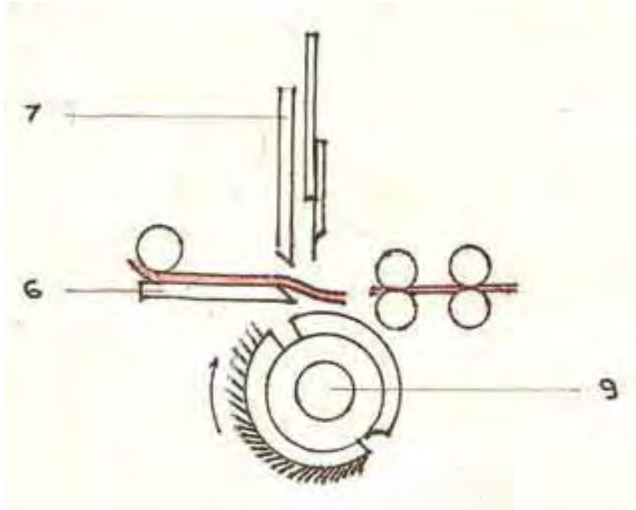
yang halus sedang rol atas dibuat dari baja yang dibalut dengan bahan sentetis (*acotex cots*) untuk memudahkan penjepitan terhadap kapas.



Gambar 136. Sisir atas

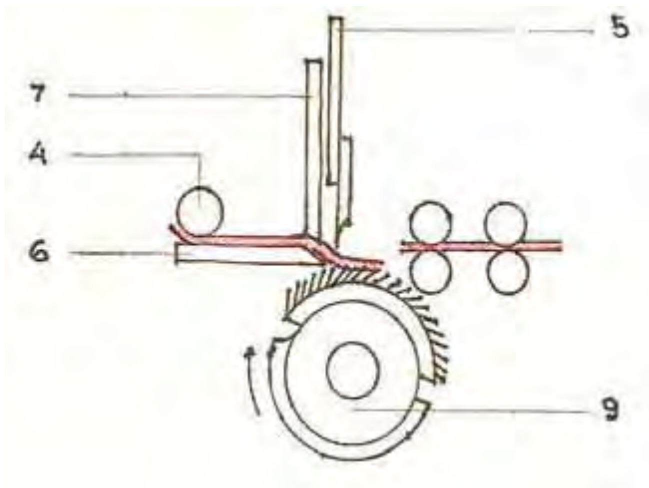
(c) Sisir atas (*top comb*)
Sisir atas (*top comb*) (5) yang dibuat dari pelat baja yang tebal dengan ujung bawahnya dipasang sisir yang sedikit melengkung ke belakang dan befungsi untuk melakukan penyisiran pada ujung belakang serat.

(d) Prinsip Bekerjanya Bagian Penyisiran
Karena sisir utama (9) berputar secara terus menerus, pada suatu saat rumbai-rumbai *lap* akan terkena bagian sisir mulai dari bagian depan terus sampai ke belakang. Karena kehalusan sisir bertingkat, serat juga akan terkena penyisiran secara bertingkat, dari sisir yang berjarum besar dan jarang sampai sisir yang berjarum halus dan rapat. Jadi, pada awal penyisiran yang tersangkut pada sisir hanya kotoran yang besar dan seterusnya sampai penyisiran terakhir kotoran yang kecil dan semua serat yang tidak terjepit oleh landasan penjepit akan tersangkut pada sisir selanjutnya. Untuk lebih jelasnya, berikut ini disajikan gambar mengenai tahap-tahap terjadinya proses penyisiran.



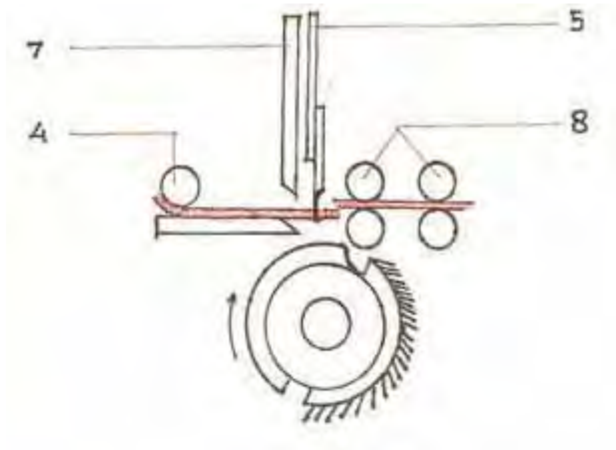
Gambar 137. Penyuapan *lap*

Gambar di atas menunjukkan bahwa penyuapan *lap* sedang berlangsung. Pisau penjepit (7) mulai bergerak turun dan landasan penjepit (6) bergerak maju, sedang sisir utama (9) belum mulai menyisir



Gambar 138. Penyisiran sedang berlangsung

Gambar di atas menunjukkan bahwa proses penyisiran sedang berlangsung. Rol penyuap (4) dalam keadaan berhenti, *lap* yang disuapkan dalam keadaan terjepit oleh pisau penjepit (7) dan landasan penjepit (6), sedang sisir atas (5) sedang bergerak turun dan penjepit bersama-sama *lap* bergerak ke depan perlahan-lahan

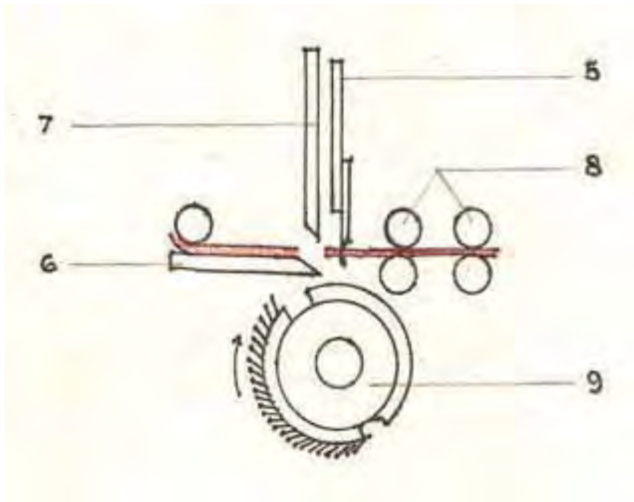


Gambar 139. Penyisiran telah selesai

Gambar 139 menunjukkan bahwa proses penyisiran telah selesai. Rol penyuap (4) memberikan penyuapan *lap* sedikit ke depan, sehingga *lap* yang sudah tersisir lebih maju ke depan. Pisau penjepit (7) sudah bergerak keatas dan sisir atas (5) masih bergerak turun. Kedua pasangan rol pencabut (8) berputar ke arah belakang dan rol pencabut atas (8) sebelah belakang menggeser pada permukaan rol pencabut bawah sehingga ujung *lap* sebelah belakang yang sudah tersisir keluar ke belakang menempel pada permukaan rol pencabut bawah.

(e) Prinsip dan cara kerja penyambungan dan pencabutan serat.
Setelah penyisiran oleh sisir utama (9) selesai dilakukan, maka serat yang telah disisir dan masih terjepit akan dibawa ke depan sampai mencapai posisi paling depan. Pada saat penyisiran berlangsung, penjepit (6 dan 7) juga bergerak ke depan secara perlahan-lahan. Pada waktu serat terbawa ke depan, rol-rol pencabut (8) berputar ke belakang (gambar 139). Dengan demikian, ujung depan serat yang masih terjepit tersebut akan bertemu dan berhimpitan dengan ujung belakang dari serat pada rol pencabut (gambar 140) sehingga dapat terjepit oleh pasangan rol pencabut belakang (8) pada saat rol pencabut ini berputar kedepan lagi.

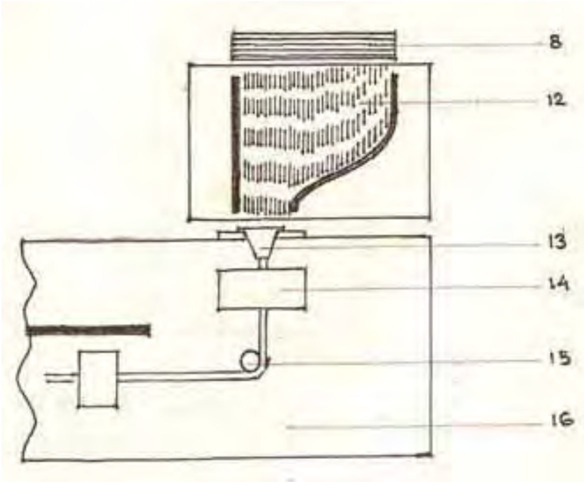
Bersamaan dengan berputarnya kembali rol pencabut (8) ke depan, penjepit atas (7) bergerak ke atas, serta melepas serat dari jepitannya, dan sebaliknya sisir atas (5) akan turun ke bawah dan menembus serat yang sedang dicabut (gambar 140). Akibat pencabutan serat-serat melalui sisir atas (5) tersebut, serat-serat akan tersisir kembali dan menjadi lurus, serta kotoran, nep dan serat-serat pendek yang mungkin masih tertinggal dapat ditahan oleh sisir atas (5) dan terpisahkan dari serat-serat yang panjang.



Gambar 140. Pencabutan serat

Gambar di atas menunjukkan terjadinya proses pencabutan. Kedua pasangan rol pencabut (8) berputar ke arah depan, rol pencabut atas (8) bagian belakang menggeser ke depan, kedua ujung *lap* yang sudah tersisir menempel tersambung menjadi satu dan bersama-sama terjepit oleh pasangan rol pencabut belakang (8). Karena perputaran rol pencabut, *lap* yang sudah tersisir akan tercabut dan terbawa kedepan. Sisir atas (5) berada pada kedudukan terbawah, sehingga pada saat *lap* tercabut dan terbawa ke depan, sisa-sisa serat pendek yang tidak tersisir oleh sisir utama (9) akan tersisir oleh sisir atas (5). Landasan penjepit (6) bergerak ke belakang, dan penyuapan *lap* berlangsung kembali.

(3) Bagian Penampungan Serat Panjang

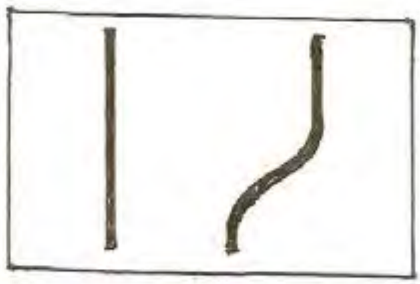


Gambar 141. Skema bagian penampungan *web*

Keterangan :
8. Rol pencabut
12. Pelat penampung *web*
13. Terompet
14. Rol penggilas
15. Pembelok *sliver*
16. Pelat penyalur *sliver*

(a) Rol pencabut

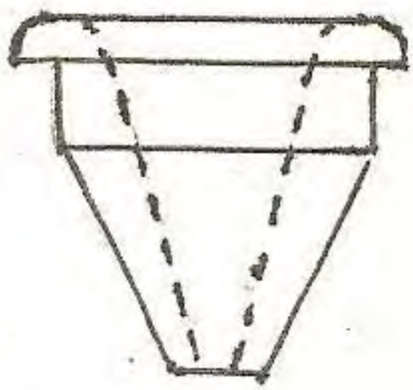
Serat-serat panjang yang telah disisir dan dicabut oleh rol pencabut (8) masih dalam bentuk *web* tipis yang mempunyai bekas-bekas cabutan atau sambungan pada saat pencabutan sehingga tidak rata. Karena serat mempunyai kekuatan terhadap tarikan dan sebagainya, untuk dapat diproses lebih lanjut dengan baik maka *web* ini seperti halnya pada mesin *drawing*, perlu diubah bentuknya terlebih dahulu menjadi *sliver* yang lebih padat. Bagian penampung *web* terdiri dari:



Gambar 142. Pelat penampung *web*

(b) Pelat penampung *web*

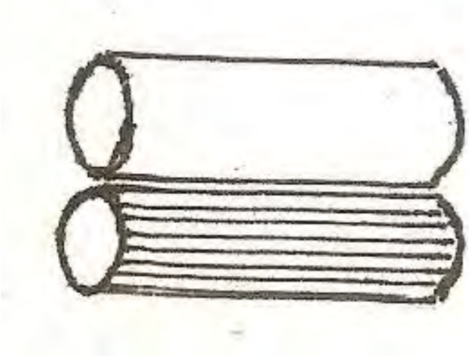
Pelat penampang *web* (12) dibuat dari pelat baja yang permukaannya licin berbentuk melengkung tidak simetris.



Gambar 143. Terompet

(c) Terompet

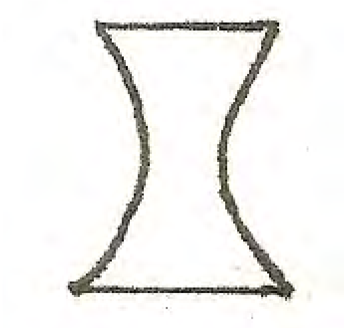
Terompet (13) yang dibuat dari baja atau yang berbentuk corong dengan permukaan bagian dalam yang licin dan berfungsi untuk menyatukan *web* yang ditampung oleh pelat penampung.



Gambar 144. Rol penggilas

(d) Rol penggilas

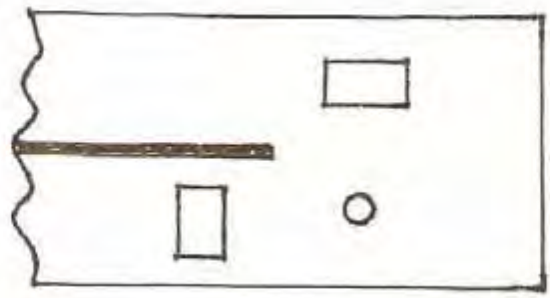
Rol penggilas (14) terdiri dari sepasang silinder yang dibuat dari baja dengan permukaan licin. Rol penggilas berfungsi untuk memadatkan serat-serat hasil penyisiran sehingga menjadi *sliver*.



Gambar 145. Pelat pembelok

(e) Pelat pembelok

Pelat pembelok (15) dibuat dari pelat besi tebal berbentuk setengah lingkaran. Permukaan luarnya dibuat licin dengan arah pembelokan 90º. Pelat pembelok berfungsi untuk penyuapan rangkapan *sliver* kepada rol peregang.



Gambar 146. Pelat penyalur silver

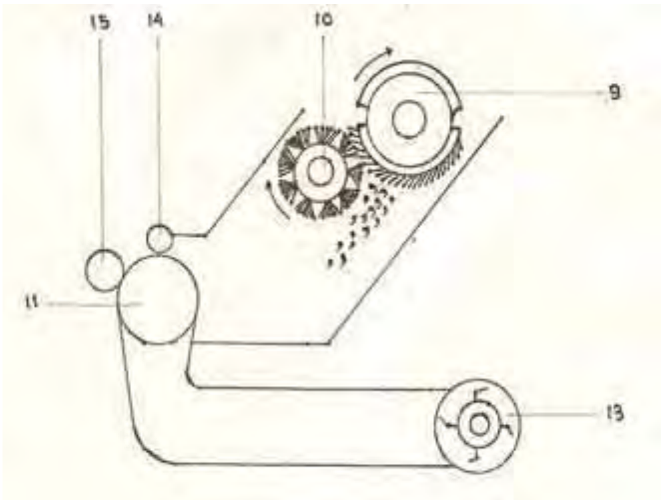
(f) Pelat penyalur *sliver*
Pelat penyalur *sliver* (16) dari pelat baja yang permukaannya licin, udan berfungsi ntuk menyalurkan penyuapan rangkapan *sliver* kepada rol peregang.

(g) Prinsip dan cara kerja bagian penampungan serat panjang.

Setelah proses penyisiran selesai dilakukan oleh sisir utama (9) dan sisir atas (5), dapat dicabut oleh rol-rol pencabut (8) dan serat yang berupa *web* tersebut disalurkan melalui pelat penampung *web* (12). Kemudian serat dalam bentuk *web* ditampung melalui terompet (13) menjadi *sliver* dan kemudian ditarik oleh rol penggilas (14). Karena tarikanrol penggilas dan penyuapan *web* yang ditarik, maka *sliver* yang melalui terompet seolah-olah akan menggerak-gerakan terompet yang berhubungan dengan *stop motion*. *Sliver* yang putus, misalnya karena *web* yang terdapat pada pelat penampung *web* (12) berlebihan hingga penyumbatan pada terompet terjadi, akan mengakibatkan berhentinya gerakan terompet dan sebagai akibatnya *stop motion* akan mulai bekerja untuk menghentikan jalannya mesin *combing*. Untuk dapat menjalankan mesin kembali maka *sliver* perlu disambung dahulu dan banyaknya *web* dalam pelat penampung (12) perlu disesuaikan dengan ukuran semestinya agar tidak menyumbat lubang terompet atau mengganggu lancarnya penarikan *sliver*. Setelah *sliver-sliver* dari setiap tempat proses

penyisiran ditarik rol penggilas (14), maka masing-masing *sliver* akan dibelokkan jalannya 90º oleh pembelok *sliver* (15) pada pelat penyalur *sliver* (16). Setelah masing-masing *sliver* mengalami pembelokan 90º pada pelat penyalur *sliver* (16), masing-masing *sliver* akan bergerak sejajar dan berdampingan menuju kebagian peregangan dari mesin *combing*.

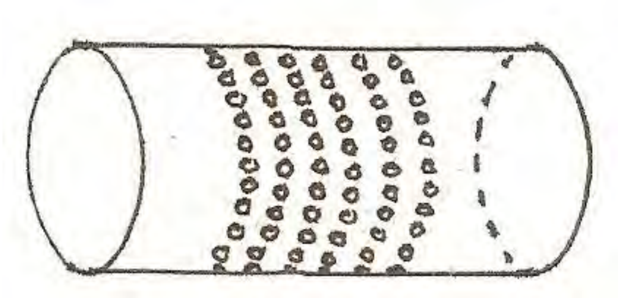
(4) Penampungan limbah



Gambar 147. Skema bagian penampungan limbah

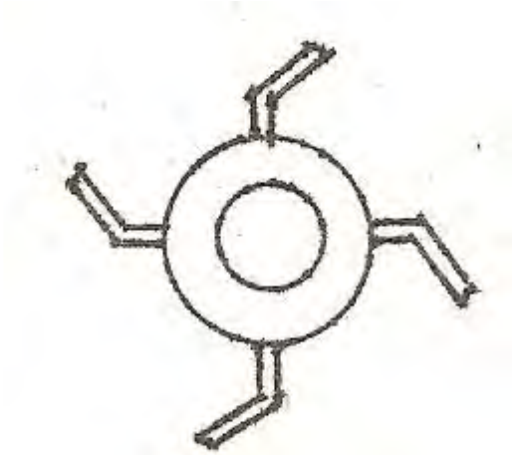
Keterangan :
9. Sisir utama
10. Sikat pembersih
11. Silinder penyaring
13. *Fan* (penghisap)
14. Rol penekan
15. Gulungan limbah

(a) Di bagian penampungan juga terdapat sisir utama yang berfungsi untuk membersihkan serat-serat pendek yang tersisir dan berada di permukaan sisir utama.



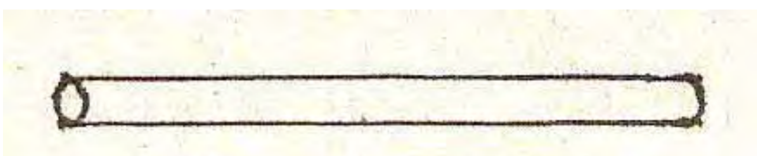
Gambar 148. Silinder penyaring

(b) Silinder penyaring (*screen*)
Silinder penyaring (*screen*) (11) terdiri dari pelat silinder yang terdapat lubang-lubang kecil pada permukaannya.



Gambar 149. Kipas

(c) Kipas (*fan*)
Kuipas (*fan*) (13) berfungsi untuk memberikan hisapan pada silinder penyaring (1).



Gambar 150. Rol Penekan

(d) Rol penekan

Rol penekan (14) terdiri dari rol besi dan berfungsi untuk menekan serat-serat pendek yang terserap oleh silinder penyaring (9).

(e) Prinsip kerja penampungan limbah

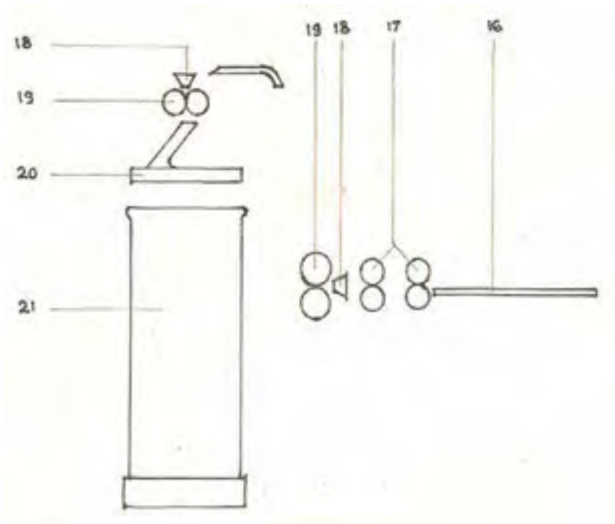
Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, akibat penyisiran terhadap serat yang disuapkan, serat-serat pendek yang tidak terjepit akan terbawa oleh sisir utama (9) dan memenuhi permukaannya, sehingga kemungkinan besar dapat mengganggu proses penyisiran berikutnya.

Agar penyisiran berikutnya dapat lebih efektif, serat-serat pendek yang berada dipermukaan sisir utama (9) perlu dibersihkan terlebih dahulu. Pembersihan serat-serat pendek pada permukaan sisir utama (9) dilakukan oleh sikat pembersih (10) pada saat kedudukan sisir utama (9) ada di bagian bawah silinder. Pada posisi ini, kecepatan keliling jarum-jarum pada sisir utama (9) relatif lebih lambat daripada kedudukan sebelumnya, sehingga pembersihan serat-serat pendek dari permukaannya lebih efektif dilakukan oleh sikat pembersih dengan kecepatan yang cepat dan tetap. Selanjutnya, serat-serat pendek yang telah dibersihkan oleh sikat pembersih tersebut dikumpulkan melalui pipa penghisap oleh adanya hisapan udara yang ditimbulkan oleh *fan* (13).

Pada ujung pipa penghisap terdapat silinder penyaring (11) yang berfungsi untuk menahan serat yang dihisap pada permukaannya. Pada bagian dalam silinder saringan (11) ini terdapat pelat penahan hisapan yang letaknya konsentris terhadap silinder penyaring (11) tersebut. Pelat penahan hisapan ini berbentuk seperti silinder juga, tetapi permukaannya tidak berlubang-lubang, diameternya sedikit lebih kecil, serta tidak berputar.

Pada bagian yang berhadapan dengan pipa penghisap, permukaan silinder penyaring (11) yang berlubang-lubang tersebut tidak tertutup oleh pelat penahan hisapan, sehingga udara yang dihisap dapat melaluinya. Karena silinder penyaring (11) ini berputar secara periodik, bagian permukaan yang tidak tertutup oleh pelat penahan hisapan akan menghisap serat-serat pendek oleh adanya hisapan udara dari *fan* (13). Serat-serat pendek tersebut akan tertahan pada permukaan silinder penyaring (11) dan karena perputarannya, serat-serat pendek yang telah terkumpul pada permukaan silinder penyaring (11) tersebut kemudian dibawa berputar dan bebas dari hisapan udara karena terhalang oleh adanya pelat penahan hisapan. Dengan demikian serat-serat pendek yang telah bebentuk seperti *lap* tersebut mudah untuk dipindahkan dari permukaan silinder penyaring (11). Di bagian atas silinder penyaring (11) terdapat rol penekan (14) yang berfungsi untuk memadatkan *lap*isan serat-serat pendek yang ada di permukaan silinder penyaring (11), sehingga lebih mudah untuk dipindahkan dan digulung pada penggulung limbah (15).

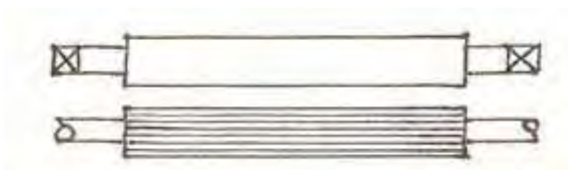
(5) Bagian perangkapan, peregangan dan penampungan *sliver*



Gambar 151. Skema bagian perangkapan, peregangan dan penampungan *sliver*

Keterangan :
16. Pelat penyalur *sliver*
17. Rol peregang
18. Terompet
19. Rol penggilas
20. *Coiler*
21. *Can*

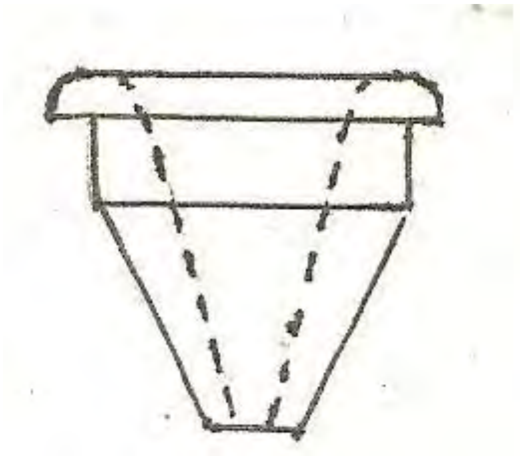
Sebagaimana telah diutarakan di atas bahwa setiap selesai penyisiran kemudian terjadi proses penyambungan *web* oleh pasangan rol pencabut belakang, sehingga *sliver* yang keluar dari rol penggilas (14) belum rata. Untuk mendapatkan hasil *sliver combing* yang rata perlu dilakukan perangkapan *sliver*. Biasanya pada mesin *combing* terdapat 6–8 unit penyisiran, sehingga disini terdapat 6–8 buah *sliver* yang keluar dari rol pengilas (14). *Sliver*-*sliver* tersebut masing-masing dibelokkan melalui pembelok (15) kemudian bertemu bersama-sama pada meja penyalur (16). Biasanya 6–8 buah *sliver* tersebut dibagi menjadi dua dan masing-masing bagian terdiri dari 3–4 *sliver* yang dirangkap menjadi satu. Dari meja penyalur (16) masing-masing rangkapan *sliver* manuju kepasangan rol peregang (17). Di sini rangkapan *sliver* tersebut mengalami proses peregangan sebesar kurang lebih 3–4 kaki. Dengan adanya proses perangkapan dan peregangan tersebut diharapkan hasil *sliver*nya menjadi lebih rata. *Sliver* yang keluar dari pasangan rol peregang (17) kemudian melalui terompet (18), pasangan rol penggilas (19) terus melalui *coiler* (20) masukke dalam *can* (21). Bagian perangkapan, peregangan dan penampungan *sliver* terdapat peralatan peralatan yang penting:



Gambar 152. Rol peregang

(a) Rol peregang

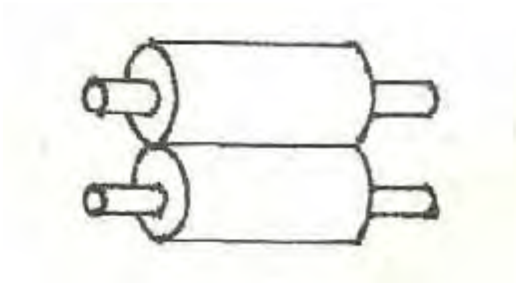
Rol peregang (17) terdiri dari dua pasang rol silinder yang masing-masing terdiri dari rol bawah dan rol atas. Rol bawah dibuat dari silinder baja beralur kecil, sedang rol atas terbuat dari silinder baja yang di*lap*isi dengan bahan sintetis.



Gambar 153. Terompet

(b) Terompet

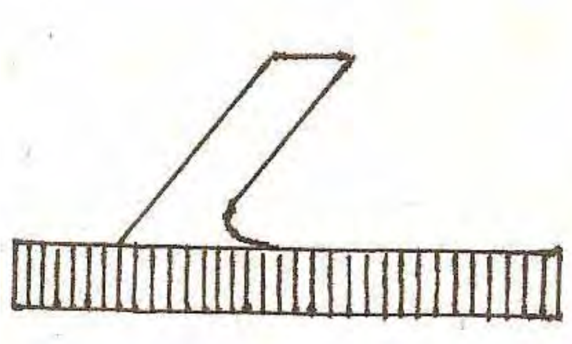
Terompet (18) pada bagian perangkapan, peregangan, dan penampungan mempunyai bentuk dan bahan yang sama dengan terompet pada bagian penampungan serat panjang.



Gambar 154. Rol penggilas

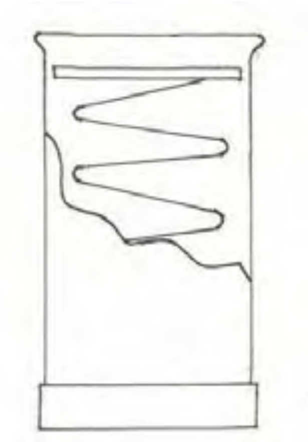
(c) Rol penggilas

Rol penggilas (*callender roll*) (19) terdiri dari sepasang rol silinder dan permukaannya licin. Diperlukan tekanan dengan besaran tertentu pada rol penggilas untuk mendapatkan kepadatan *sliver combing* yang dihasilkan..



Gambar 155. *Coiler*

(d) *Coiler*
Coiler (20) dibuat dari baja yang tebal dengan lubang pemasukan berupa pipa pada poros lingkaran dan pengelurannya pada bagian lingkaran, dan berfungsi untuk mengatur penempatan *sliver* pada *can*.



Gambar 156. *Can*

(e) *Can*
Can (21) dibuat dari bahan semacam karton sintetis yang tahan terhadap minyak lumas dan berbentuk silinder besar yang dilengkapi dengan per dan pelat pada bagian atas sebagai tempat menampung *sliver*.

(f) Prinsip dan cara kerjanya
Prinsip kerja masing-masing peralatan bagian perangkapan, peregangan, dan penampungan mesin *combing* adalah sama dengan peralatan yang terdapat pada mesin *drawing*. Perbedaannya adalah mesin

combing lazimnya menggunakan sistem *bi-coiler*, yaitu memakai dua *coiler* yang masing-masing dilewati oleh sebuah *sliver*.

c) Pemeliharaan mesin *combing*

Pemeliharaan pada mesin *combing* meliputi:

- Pembersihan mesin *combing* secara rutin setiap1 bulan;
- Pelumasan *gear box* setiap 8 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan bearing *star gear, rachetfeed roll* dan *roller weight* setiap 3 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan *cam ball* dan *bearing roller* setiap 4 bulan;
- Pembersihan deta *ching roll* setiap 1 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan bearing *calender roll* dan *nipper shaft* setiap 6 bulan;
- Pembersihan dan *nipper* setiap 1 bulan;
- *Seting top comb* setiap 1 bulan;
- Pembersihan dan pelumasan *top detaching roll* setiap 1 bulan.

d) Menentukan *doffing*

Seperti pada lap former, proses *deffing* pada mesin *combing* tidak otoroatis. Deffing dilakukan dengan tenaga manusia. Pengukuran dengan *counter* dilakukan untuk menentukan kapan proses doffing dilakukan. Apabila *counter* yang ditentukan sudah dicapai, lampu *doffing* (biasanya berwarna putih) akan menyala dan mesin berhenti. Sebagai indicator bahwa mesin harus di *doffing*. Dengan demikian panjang *sliver* pada setiap *doffing* selalu tetap, sesuai dengan ren*cana*. Keseragaman panjang *sliver* pada setiap *doffing* ini sangat penting untuk *can* yang diren*can*akan atau dipersiapkan pada proses berikutnya, yaitu pada mesin *drawing*.

e) Pengendalian mutu

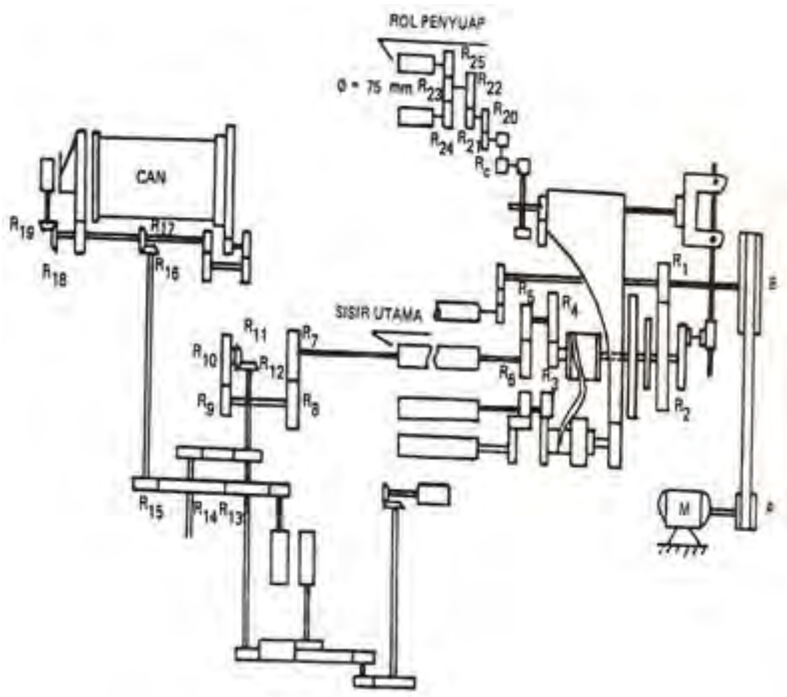
Tes yang dilakukan untuk mesin *combing* meliputi :

(1) Berat *sliver*

Tes berat sliver dilakukan dengan menimbang *sliver* setiap 4 yard dan kemudian membandingkan dengan standarnya

(2) Ketidakrataan *sliver combing*
Untuk tes ketidakrataan *sliver combing* gunakan alat "*user evernness tester*", untuk mengetahui angka ketidakrataannya.

(3) Combing noil
Tes ini dimaksudkan untuk mengontrol terhadap persentase *noil* dan kerataannya. Biasanya dilakukan penimbangan noil untuk waktu tertentu proses, misalnya 20 menit. Namun cara yang terbaik adalah dengan melakukan penimbangan per bagian waktu, misalnya tiap 30 detik. Dengan cara ini ketidakrataannya juga dapat diketahui.



Gambar 157. Susunan roda gigi mesin *combing*

Keterangan :
Puli A : Ø 100 mm
Puli B : Ø 420 mm
Roda gigi R_1 : 24 gigi
Roda gigi R_2 : 92 gigi
Roda gigi R_3 : 35 gigi
Roda gigi R_4 : 35 gigi
Roda gigi R_5 : 35 gigi
Roda gigi R_6 : 35 gigi

Roda gigi R_7 : 37 gigi
Roda gigi R_8 : 37 gigi
Roda gigi R_9 : 37 gigi
Roda gigi R_{10} : 37 gigi
Roda gigi R_{11} : 25 gigi
Roda gigi R_{12} : 25 gigi
Roda gigi R_{13} : 40 gigi
Roda gigi R_{14} : 68 gigi
Roda gigi R_{15} : 62 gigi
Roda gigi R_{16} : 20 gigi
Roda gigi R_{17} : 20 gigi
Roda gigi R_{18} : 20 gigi
Roda gigi R_{19} : 20 gigi
Roda gigi R_{20} : 74 gigi
Roda gigi R_{21} : 42 gigi
Roda gigi R_{22} : 75 gigi
Roda gigi R_{23} : 32 gigi
Roda gigi R_{24} : 44 gigi
Roda gigi R_{25} : 44 gigi

13) Proses di Mesin *Flyer*

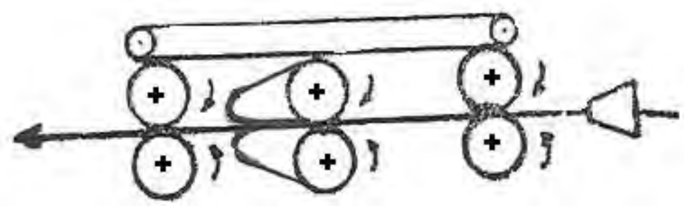
Seperti telah diketahui bahwa hasil dari mesin *drawing* ialah berupa *sliver* yang lebih rata dan letak serat-seratnya sudah sejajar satu sama lain. Walaupun dari bentuk *sliver* dapat juga langsung dibuat menjadi benang, untuk memperoleh hasil benang yang baik *sliver* tersebut perlu diperkecil tahap demi tahap melalui proses peregangan dimesin *flyer*. S*liver* tersebut menjadi lemah akibat pengecilan dan untuk memperkuatnya perlu diberikan sedikit antihan (*twist*) sebelum digulung pada *bobin*. Karena *roving* tersebut nantinya masih akan dikerjakan lebih lanjut pada mesin *ring spinning*, pemberian antihan pada *roving* hanya secukupnya saja sekedar untuk mendapatkan kekuatan saat digulung pada *bobin*. Apabila antihannya terlalu tinggi, akan mengalami banyak kesulitan pada saat proses peregangan di mesin ring spinning. Sebaliknya, apabila pemberian antihan terlalu rendah, *roving* tidak mempunyai kekuatan yang cukup sehingga *roving* mudah putus pada saat proses penggulungan berlangsung. Kedua hal tersebut di atas menyebabkan proses pembuatan benang menjadi kurang lancar dan benang sering putus sehingga dapat menyebabkan menurunnya efisiensi mesin *ring spinning*.

a) Proses peregangan

Fungsi mesin *flyer* secara umum, ialah untuk membuat *roving* sebagai bahan penyuap mesin *ring spining*. Tiga proses utama pada mesin *flyer* adalah pembuatan *roving*, yaitu proses peregangan, pengantihan (twist) dan penggulungan.

(1) Proses peregangan

Proses peregangan pada mesin *flyer*, dilakukan oleh tiga atau empat pasangan rol peregang, di mana kecepatan putaran permukaan dari masing-masing pasangan rol tersebut semakin ke depan semakin besar. Dengan semakin besarnya kecepatan permukaan rol peregang depan, kapas yang disuapkan semakin ke depan menjadi semakin kecil karena terjadinya proses peregangan. Setelah keluar dari rol depan, kapas diberi antihan dan digulung pada *bobin* hingga menjadi roving yang sesuai dengan kebutuhan.

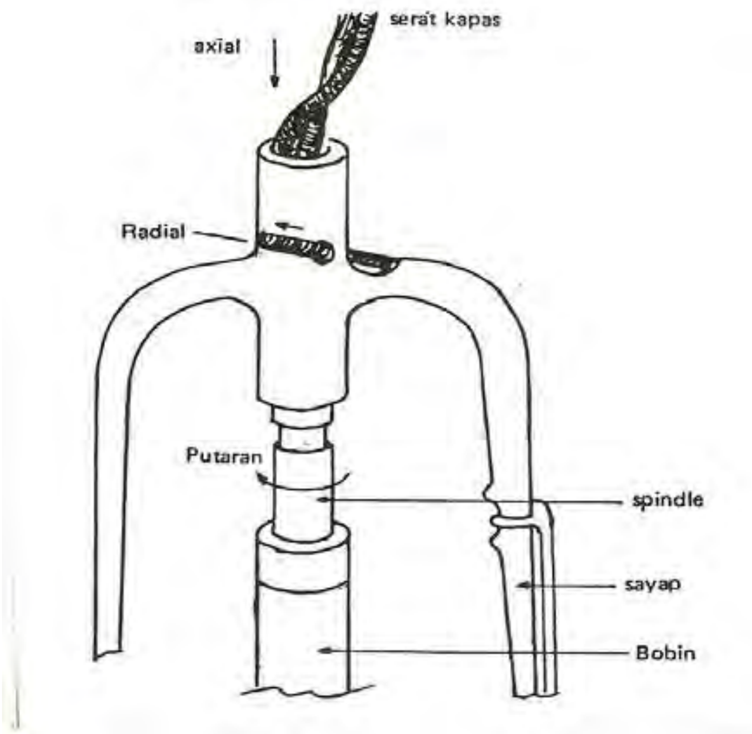


Gambar 158. Proses peregangan

(2) Proses pengantihan

Setelah mengalami proses peregangan, bentuk kapas menjadi lebih kecil. Untuk mendapatkan kekuatan, *roving* perlu diberi antihan dan antihan tersebut tidak boleh terlalu besar maupun terlalu kecil, tetapi hanya secukupnya saja untuk dapat digulung pada *bobin*. Pemberian antihan dilakukan oleh sayap (*flyer*) yang mempunyai bentuk seperti terlihat pada gambar 160. Kapas yang keluar dari rol depan kemudian masuk pada *flyer* dari atas secara *axial* dan seterusnya kapas keluar dari arah samping secara radial. Karena sayap tersebut bertumpu pada *spindel* yang berputar cepat, sayap juga turut berputar sehingga terjadi pengantihan pada kapas dan terjadilah *roving* yang telah cukup mempunyai kekuatan untuk digulung pada *bobin*. Karena putaran sayap sangat cepat, pengantihan tidak hanya terjadi

pada sayap saja, tetapi diteruskan sampai rol depan pada saat kapas keluar.



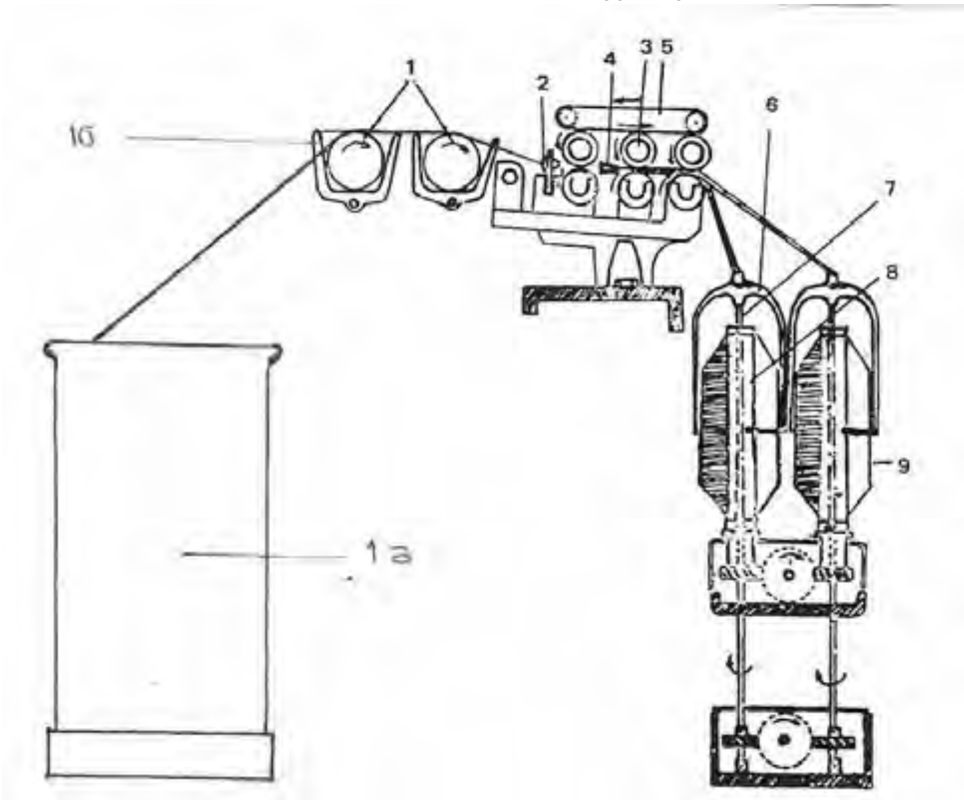
Gambar 159. Proses pengantihan

(3) Proses penggulungan

Setelah mengalami proses peregangan dan antihan, kapas digulung pada *bobin*. Proses penggulungan ini terjadi karena adanya perbedaan Antara banyaknya putaran *bobin* dan putaran *spindel* per menit. Pembentukan gulungan *roving* pada *bobin* dilakukan oleh peralatan yang disebut *trick box*.



Gambar 160. Proses penggulungan



Gambar 161. Skema mesin *flyer*

Keterangan :
1. Rol pengantar
1a. *Can*
2. Terompet (pengantar *sliver*)
3. Tiga pasang rol peregang
4. Penampung (*colector*)
5. Pembersih
6. Sayap (*flyer*)
7. *Spindel*
8. *Bobin*
9. Gulungan *roving* pada *bobin*
10. Penyekat (separator)
11. Cradle

b) Prinsip bekerjanya mesin *flyer*

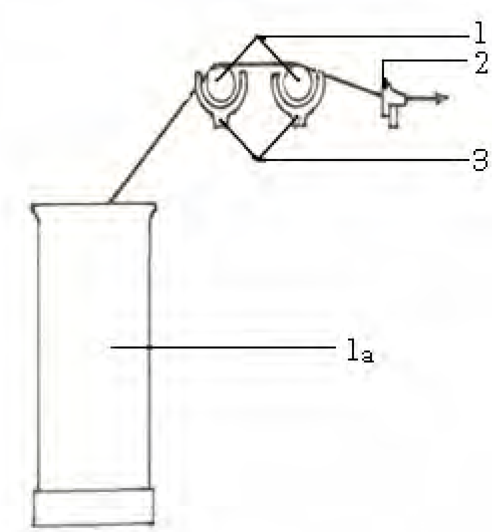
Sliver drawing dari pengerjaan terakhir (*passage* akhir) sebagai bahan untuk disuapkan ke mesin *flyer* diletakkan secara teratur di belakang mesin. Ujung-ujung *sliver* yang terdapat pada *can* (1a) dilakukan pada rol pengantar (1). S*liver*-*sliver* dipisahkan oleh penyekatannya sehingga tidak bersilang satu sama lain.

Dengan demikian *sliver* tersebut tidak saling bergesekan yang dapat merusak slver dan penyuapan dapat tepat pada daerah peregangan. Rol pengantar ini berputar aktif untuk membantu penyuapan *sliver* dan menghindarkan terjadinya penarikan (*false draft*) karena beratnya *sliver* sendiri. Setelah disuapkan oleh pengantar rol (1), *sliver* melewati terompet pengantar (2) yang dapat bergerak ke kiri dan ke kanan pada daerah peregangan secara aktif. Tujuan gerakan tersebut ialah menghindari rol peregang mengalami keausan pada satu tempat. Dengan adanya terompet pengantar ini, penyuapan *sliver* dapat terarahkan pada daerah peregangan saja. Setelah *sliver* melewati terompet pengantar *sliver* (2), *sliver* masuk daerah peregangan dan diterima oleh sepasang rol belakang. Dengan putaran yang lambat *sliver* diantarkan rol tengah yang kecepatan permukaannya lebih cepat, sehingga terjadi peregangan. Dari rol tengah serat-serat diteruskan ke pasangan rol depan yang kecepatan permukaannya lebih tinggi daripada rol tengah, sehingga terjadi peregangan yang berikutnya. Akibat proses peregangan letak serat-seratnya menjadi lebih lurus dan

lebih sejajar satu sama lain. Agar serat-serat tidak bertebaran di antara rol-rol tersebut dipasang penampung (4). Kapas yang melalui pasangan rol peregang tersebut akan mendapatkan jepitan dan penjepitnya tidak boleh terlalu kuat yang mengakibatkan serat banyak yang rusak dan tidak boleh terlalu lemah yang mengakibatkan serat akan banyak slip pada saat proses peregangan. Jarak titik jepit antara pasangan rol peregang yang satu terhadap pasangan rol peregang yang lain harus diatur sedemikian rupa, tidak boleh terlalu jauh dan tidak boleh terlalu dekat disesuaikan dengan panjang serat yang diolah. Jika jarak antar titik jepit terlalu jauh akan terjadi banyak serat yang mengembang (*flooting fibre*) dan jika jaraknya terlalu dekat akan timbul serat yang putus atau bergelombang (*cracking fibre*). Setelah kapas keluar dari pasangan rol depan kemudian masuk lubang sayap bagian atas dan terus ke sayap (6a), selanjutnya kapas dibelitkan pada lengan sayap (6b) lalu digulung pada *bobin* (8). Putaran sayap berikut lengan sayapnya, menyebabkan terjadinya antihan pada *roving*nya. Antihan yang terdapat pada *roving* tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil, secukupnya saja asal *roving* sudah cukup kuat untuk digulung pada *bobin*. Antihan pada *roving* yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan banyaknya benang yang putus pada proses di*spinning* dan sebaliknya antihan yang terlalu rendah mengakibatkan penggulungan. Proses penggulungan *roving* akan banyak putus pada proses penggulungan *roving* pada *bobin* terjadi karena adanya perbedaan kecepatan putaran *bobin* dan putaran sayapnya.

c) Bagian-bagian mesin *flyer* adalah :

- Bagian penyuapan

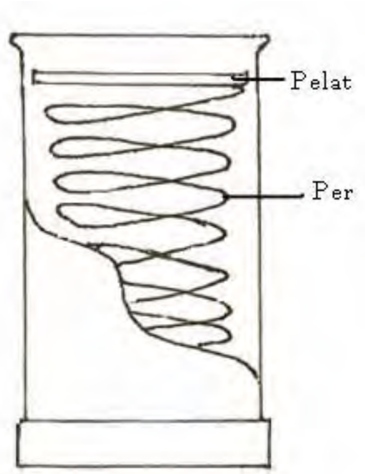


Gambar 162. Skema bagian penyuapan mesin *flyer*

Nama-nama peralatan penting dari bagian penyuapan adalah *can*, terompet pengantar *sliver*, dan penyekat (separator). rol pengantar

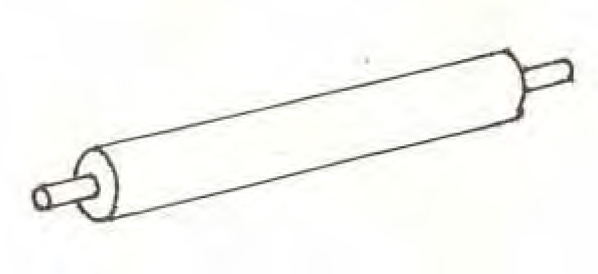
(a) *Can*

Can (12) dibuat dari bahan semacam karton sintetis yang tahan terhadap minyak pelumas, berbentuk silinder besar yang dilengkapi dengan per dan pelat pada bagian atas sebagai tempat menampung *sliver* hasil mesin *drawing*.



Gambar 163. *Can*

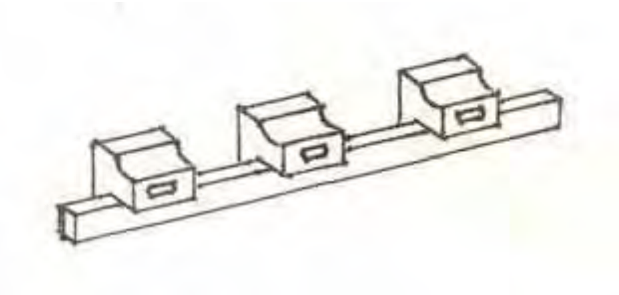
(b) Rol Pengantar



Gambar 164. Rol pengantar

Rol pengantar (1) biasanya terdiri dari dua buah silinder besi berbentuk pipa. Panjang rol pengantar ini sepanjang mesin dan diberi sekat yang dibuat dari bahan alumunium atau ebonit sebagai pemisah *sliver* untuk memudahkan pengaturan penyuapan.

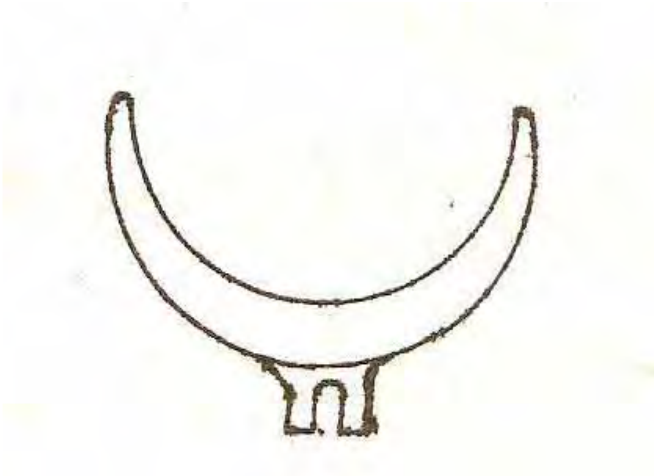
(c) Terompet pengantar *sliver*



Gambar 165. Terompet pengantar *sliver*

Terompet pengantar *sliver* (*traverse guide*) (2) dibuat dari bahan porselin atau ebonit. Terompet pengantar sliver dipasang pada batang besi yang dapat bergerak ke kiri dan ke kanan dibelakang rol peregang.

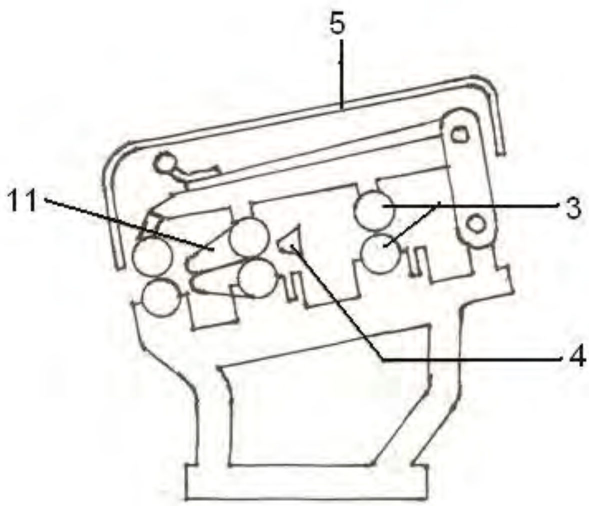
(d) Penyekat (Separator)



Gambar 166. Penyekat

Penyekat (separator) (10) dibuat dari ebonit dan berfungsi untuk membatasi/memisahkan *sliver* yang disuapkan agar tidak saling terkena satu sama lain sehingga dapat mengakibatkan *sliver* rangkap dan putus.

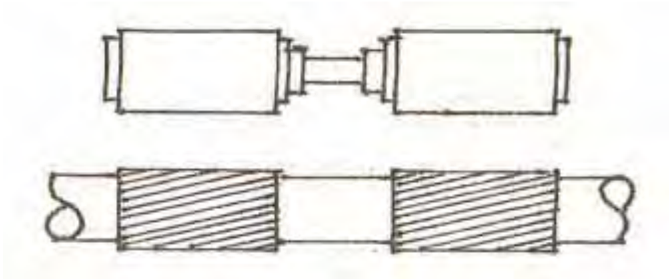
- Bagian peregangan



Gambar 167. Skema bagian peregangan mesin *flyer*

Nama-nama peralatan penting dari bagian peregangan adalah rol peregang, penampung (*colector*), pembersih, *cradler.*

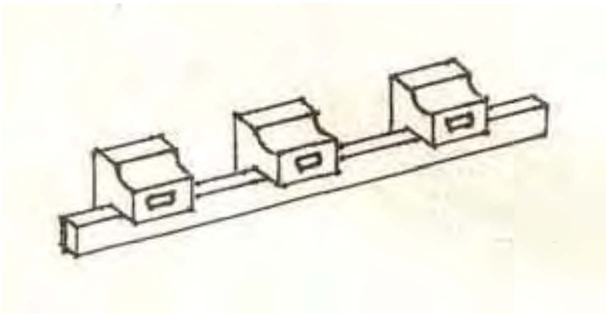
- Rol peregang



Gambar 168. Rol peregang

Rol peregang terdiri dari 3 pasang rol besi baja (3). Pada tempat-tempat terjadinya regangan, rol bawah dibuat beralur memanjang, sedang rolatas dibuat dari besi baja yang bagian luarnya dilapisi karet sintetis. Rol atas diberi beban untuk mendapatkan tekanan yang baik terhadap rol bawah guna menjepit serat kapas yang melaluinya.

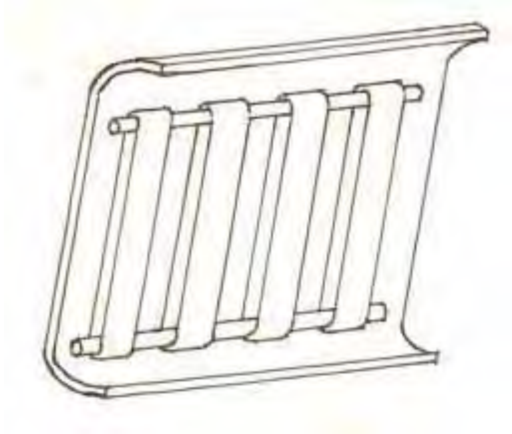
- Penampung (*colector*)



Gambar 169. Penampung

Penampung (colector) (4) dibuat dari porselin atau ebonit yang berbentuk seperti corong terbuka. Penampung berfungsi sebagai penyalur *sliver* yang disuapkan dan dipasangkan pada batang besi.

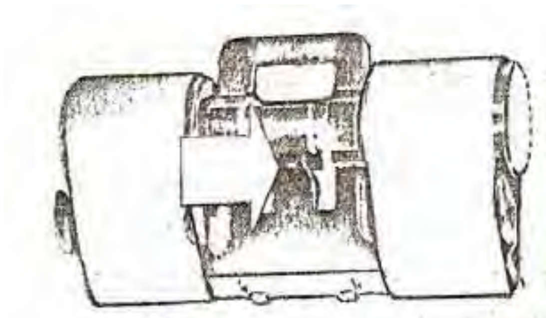
- Pembersih



Gambar 170. Pembersih

Pembersih rol atas (5) dibuat dari bahan wol atau planel.

- *Cradle*



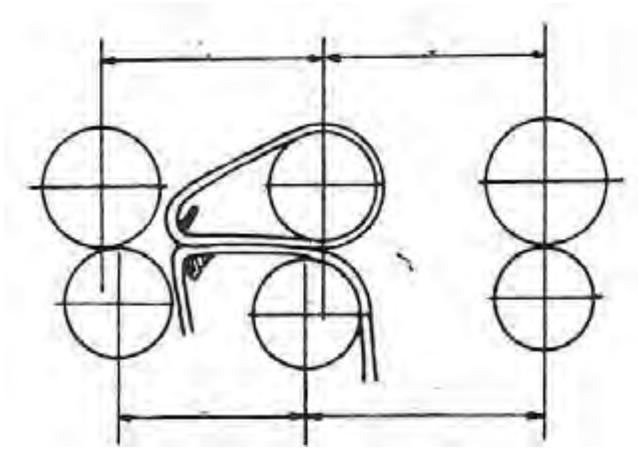
Gambar 171. Cradle

Cradle (11) adalah suatu batang yang konstruksinya sedemikian rupa untuk memegang rol atas dan dilengkapi dengan beban penekan rol sistem per.

- Penyetelan jarak antara titik jepit rol
  Salah satu faktor yang menentukan mutu hasil *roving*, terutama yang menimbulkan ketidakrataan adalah penyetelan jarak antara titik jepit (*seting*) masing-masing pasangan rol peregang. Pedoman penyetelan jarak antara titik jepit (*seting*) yang disarankan oleh pabrik Suessen WST untuk mesin *flyer* adalah:
  - Penyetelan jarak antara titik jepit (*seting*) daerah regangan utama pada mesin *roving* sistem

regangan 3 diatas 3 untuk proses serat 28–51 mm, dengan alat setting *gauge* adalah 48–58 mm.

- Sedangkan penyetelan jarak antara titik jepit (*seting*) pada daerah regangan belakang minimal 50 mm.

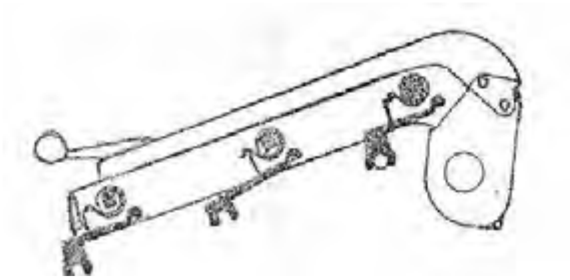


Gambar 172. Penyetelan jarak antara titik jepit rol peregang

- Pemeliharaan mesin *flyer*.
  Pemeliharaan pada mesin *flyer* meliputi :
  - Pembersikan mesin *flyer* secara rutin setiap 1 bulan;
  - Pembersihan dan pelumasan bearing bottom roll, bobbin wheel, *flyer* wheel setiap 2 bulan;
  - Pembersihan dan pelumasan bearing top roll, bearing bobbin wheel, dan *bearing flyer* wheel setiap 8 bulan;
  - Pembersihan dan pelumasan main *gear*, dan *draft* gear setiap 1 bulan;
  - Pembersihan *top clearer* dan *trick box* setiap 1 bulan;
  - Pencucian dan pengerindaan *top roll* setiap 2 bulan.

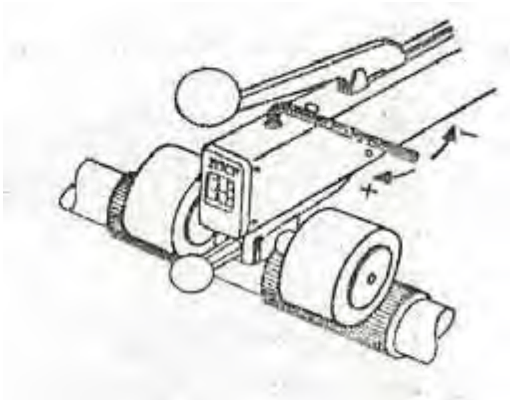
- Pembebanan pada rol atas
  Maksud dan tujuan pembebanan adalah untuk memperbesar tekanan rol atas pada rol bawah sepanjang garis jepit dan mengontrol serat-serat agar

tidak slip pada saat peregangan berlangsung. Pembebanan dilakukan pada setiap pasangan rol karena berat rol sendiri dapat dikatakan belum cukup untuk mendapatkan tenaga jepit serta tekanan yang sempurna. Dewasa ini pembebanan rol peregangan pada mesin *flyer* lebih banyak menggunakan sistem per daripada sistem bandul. Berikut ini adalah gambar konstruksi peralatan pembebanan (*pendulum weighting arm*)



Gambar 173. Pembebanan pada rol atas

Peralatan ini pada ujung depannya dilengkapi dengan peralatan penunjuk pengatur beban. Pengatur beban tersebut mempunyai indikator warna untuk setiap besarnya beban yang digunakan sehingga setiap saat dapat dengan mudah dilihat berapa beban yang diberikan. Penyetelan besarnya beban dapat dengan mudah dilaksanakan dengan cara memutar lubang sekrup ke kiri dan ke kanan dengan peralatan kunci yang khusus disediakan untuk keperluan tersebut (gambar di bawah ini).

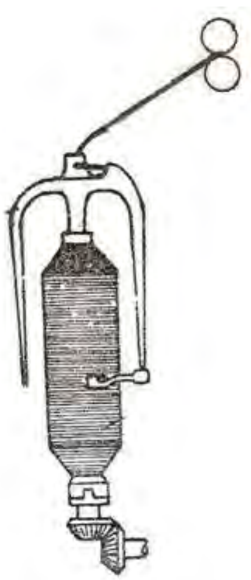


Gambar 174. Penyetel dan penunjuk beban

Keuntungan-keuntungan pembebanan sistem per diantaranya adalah:

- Konstruksinya sederhana sehingga memudahkan permasangan, pembongkaran, dan pemeliharaannya.
- Penyetelan besarnya beban dapat disesuaikan dengan nomor *sliver* yang disuapkan.
- Miringnya kedudukan rol tidak banyak berpengaruh pada beban.

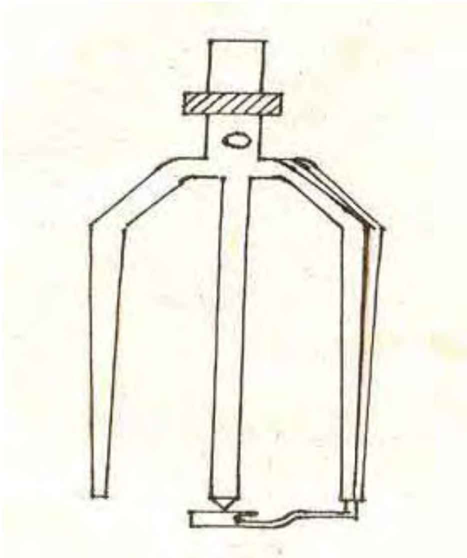
- Bagian penggulungan



Gambar 175. Skema bagian penampungan mesin *flyer*

Nama-nama peralatan penting dari bagian penampungan adalah *flyer* dan *bobin*.

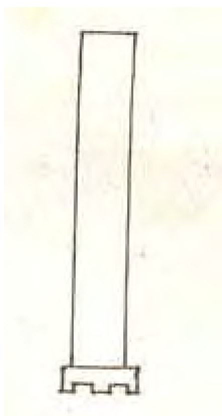
(a) *Flyer*



Gambar 176. *Flyer*

Sayap (*flyer*) (6) dibuat dari baja yang berbentuk seperti jangkar terbalik yang terdiri dari bagian puncak, sayap yang masif dan sayap yang berlubang. Lubang pada sayap ini merupakan rongga dari pipa sebagai tempat jalannya *roving*. Selanjutnya *roving* dibelitkan pada lengan sayap, kemudian digulung pada *bobin*.

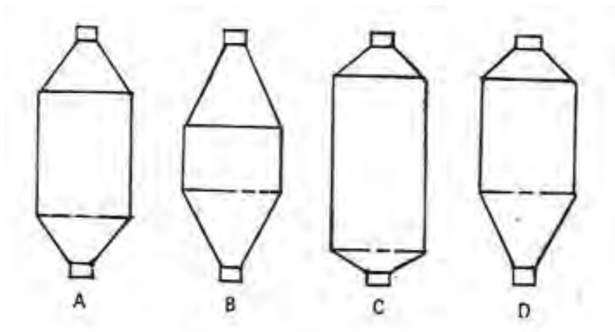
(b) *Bobin*



Gambar 177. *Bobin*

Bobin (8) dibuat dari karton, kayu, atau plastik berbentuk silinder yang bagian atas dan bawahnya dibungkus besi. Ujung bawahnya diberi lekukan sebagai tempat mengaitkan *bobin* pada roda gigi pemutar *bobin*.

- Penggulungan *roving* pada *bobin*
  Pada waktu berlangsungnya penggulungan *roving* pada *bobin*, maka *bobin* bergerak naik turun secara teratur terbawa oleh gerakan kereta, sehingga *roving* diletakkan sejajar merapat satu sama lain pada *bobin*. Seperti kita ketahui bahwa *spindel* berikut lengan sayap dan pengantar *roving* tetap berada pada tinggi yang tertentu sehingga harus ada yang menggerakkan *bobin* ke atas dan ke bawah untuk pembentukan gulungan *roving* pada *bobin* dan yang menggerakkan *bobin* ini ialah kereta.
- Kesalahan bentuk gulungan *roving* dan cara mengatasinya.



Gambar 178. Macam-macam bentuk gulungan *roving* pada *bobin*

- Gambar A menunjukkan bentuk gulungan *roving* yang normal.
- Gambar B menunjukkan bentuk gulungan yang ujung kerucut atas dan bawahnya bersudut besar dan gulungan yang curam. Bentuk ini sebenarnya bukan merupakan suatu kesalahan, tetapi hanya mempunyai beberapa kekurangan antara lain:
  - Penggulungan *roving* pada *bobin* cepat penuh, sehingga sering melakukan

penggantian (*doffing*) dan hal ini menyebabkan mesin sering dihentikan.

- Pemakian bentuk gulungan yang demikian menyebabkan mesin ring spinning akan lebih cepat habis.
- Diperlukan persediaan *bobin* kosong yang lebih banyak dan *roving waste* (*reused waste*) menjadi bertambah banyak juga. Perbaikan bentuk gulungan yang demikian dilakukan dengan cara menggeser lebih ke kiri kedudukan poros peluncur. Jika dengan pengeseran ini sudut gulungan terlalu kecil (tumpul) maka dapat ditolong dengan menurunkan baut berulir (5)

- Gambar C menunjukkan bentuk gulungan *roving* yang bagian atas dan bawahnya terlalu tumpul, ini adalah kebalikan dari bentuk B. Kekurangan dari bentuk gulungan yang demikian adalah karena bentuk gulungan yang sangat tumpul, maka bagian bawah dari bentuk kerucut sering merosot yang mengakibatkan *roving* sering putus pada *creel* (*bobin houlder)* sewaktu disuapkan ke mesin ring spinning, sehingga menambah besarnya limbah. Cara perbaikannya adalah kebalikan dari bentuk B.
- Gambar D menunjukkan bentuk gulungan bagian atas datar dan bagian bawah terlalu curam. Untuk mengatasi gulungan yang demikian dapat dilakukan dengan cara menyetel kembali kedudukan kereta. Pada waktu *bobin* kosong diusahakan lengan sayap berada ditengah-tengah *bobin* dan kedudukan batang bergigi (2) harus datar (horisontal). Baut berulir (5a) dan (5b) disetel sedemikian rupa sehingga pada saat kereta dijalankan dari bagian tengah ke atas dan ke bawah menempuh jarak yang sama.

- Men*doffing*

  Men*doffing* adalah tugas memungut *bobin* yang sudah penuh dan menggantinya dengan *bobin* kosong dan mulai kembali. Cara men*doffing* adalah sebagai berikut:
  - Siapkan *bobin* kosong di sebelah *spindel*. Meletakkan ini hendaknya dilakukan dengan cermat, agar tidak tersangkut oleh gulungan *roving* yang masih berputar.
  - Berhentikan mesin dengan mengendorkan belt, hingga terjadi *roving* yang sebagian tidak tergulung dan kemudian tarik *roving-roving* tersebut agar tidak menyumbat pada lubang *flyer*.
  - Pegang *bobin* kosong dengan tangan kiri, sambilmengangkat *bobin* penuh dengan tangan kanan dan meletakkannya/menempatkannya pada kereta *bobin* penuh.
  - Masukan *bobin* kosong pada kedudukannya (*bobin*pinion).
  - Demikian dilakukan dari *spindel* yang satu ke *spindel* lainnya hingga selesai.
  - Naikkan kereta sampai mata *flyer* berada tepat ditengah-tengah *bobin* kosong.
  - Selanjutnya belitkan *roving* pada *bobin* kosong. Geser belt cone drum pada kedudukan awal gulungan dan atur tegangannya.
  - Mesin siap untuk distart kembali.

d) Pengendalian mutu

Hasil dari mesin *flyer* adalah *roving*. *Roving* ini harus selalu dikontrol mutunya agar tidak menyimpang dari standar yang ditetapkan.

Ada 4 macam pengetesan mutu produksi mesin *flyer* yaitu :

- Tes nomor *roving*

  Pengujian ini dilakukan dengan menimbang *roving* setiap 20 yard atau 30 yard. Penimbangan ini dilakukan dengan *gram balance* dengan satuan berat gram.
- Test kerataan *roving*

  Mendapatkan angka persentase ketidakrataan dari *roving* dengan satuan U%.

- Test kekuatan *roving*
  Pada perkembangannya, pengendalian mutu juga meliputi pengontrolan kekuatan *roving.* Tes kekuatan *roving* dilakukan dengan penarikan *roving* perhelai dengan satuan gram.
- Test antihan pada *roving*
  Tes ini dilakukan dengan alat *twist tester* dan umumnya dilakukan 15 kali pengujian.

e) Penghitungan peregangan

(1) Tetapan regangan atau *draft constant* (DC)

Yang dimaksud dengan *draft constant* ialah *draft* yang didapat dengan jalan menghitung besarnya *Mechanical Draft* (MD) dari suatu susunan roda gigi dengan memasukkan besarnya roda gigi pengganti regangan (RPR), dimisalkan = 1.
Sedangkan *Mechanical Draft* ialah besarnya regangan yang dihitung berdasarkan perbandingan antara kecepatan permukaan dari rol pengeluaran dan rol pemasukan. Dengan demikian maka
Mechanical Draft (MD)=(*KPR depan/KPR belakang)*
Keterangan :
KPR = Kecepatan permukaan rol

(2) Regangan Nyata (RN) atau *Actual Draft* (AD)

Pada proses pembuatan benang *roving* pada mesin *Flyer*, kemungkinan terdapat serat yang menempel pada rol pembersih dan rol atas, atau beterbangan walaupun sedikit karena adanya proses peregangan. Dengan demikian, tidak semua *sliver* yang disuapkan pada mesin *flyer* akan menjadi *roving*, tetapi ada sebagian serat yang menjadi limbah (Waste). Betapapun kecilnya, limbah pasti ada dan limbah tersebut perlu diperhitungkan dalam mencari besarnya regangan dan regan gan ini disebut Regangan Nyata (RN) atau *Actual Draft* (AD).
Misalkan limbah yang terjadi selama proses pembuatan *roving* adalah sebesar 2%, maka
Regangan Nyata= ((100/(100 - 2)) x MD

Regangan nyata dapat juga dihitung berdasarkan nomor bahan yang keluar dibagi dengan nomor bahan yang

masuk. Pada sistem penomoran kapas, maka regangan nyata dapat dihitung sebagai berikut:

Regangan Nyata = (Nomor Keluar/Nomor masuk)

f) Perhitungan antihan (*twist*)

Bahan yang keluar dari rol peregang depan masih merupakan jajaran serat-serat yang belum mempunyai kekuatan. Agar mempunyai kekuatan bahan tersebut perlu diberi antihan (*twist*). Makin besar antihan yang diberikan pada bahan, makin besar pula kekuatan yang didapat. Tetapi antihan yang diberikan hanya secukupnya agar bahan mempunyai cukup kekuatan untuk digulung pada *bobin*.

Di sini akan dibahas mengenai penghitungan antihan berdasarkan susunan roda gigi mesin *flyer*. Besarnya antihan dinyatakan dalam antihan per inci atau twist per *inch*

(1) *Twist per inch*

TPI = *(KS menit/KPRPD menit)*

Keterangan :

KS = Kecepatan *spindel*

KPRPD = Kecepatan permukaan rol peregang depan

(2) Tetapan Antihan (TA) atau *Twist Constant* (TC)

Twist per inci = *Tetapan antihan/Roda gigi pengganti antihan*

(3) Koefisien Antihan atau *Twist Koefisien*

TPI=$\alpha\sqrt{Ne1}$

Koefisien Antihan pada Mesin *Flyer*

Tabel 18.
Koefisiensi antihan pada mesin f*lyer*

KAPAS	KAPAS	KOEFISIEN ANTIHAN
Kapas Mesir	*Slubbing Frame*	0,64
Kapas Mesir	*Intermediate Frame*	0,76
Kapas Mesir	*Roving Frame*	0,9
Kapas Amerika	*Slubbing Frame*	0,95
Kapas Amerika	*Intermediate Frame*	1,05

KAPAS	KAPAS	KOEFISIEN ANTIHAN
Kapas Amerika	*Roving Frame*	1,15
Kapas India	*Slubbing Frame*	1,3
Kapas India	*Intermediate Frame*	1,4
Kapas India	*Roving Frame*	1,5
Kapas pendek	*Slubbing Frame*	1,5
Kapas pendek	*Intermediate Frame*	1,8
Kapas pendek	*Roving Frame*	2,0

g) Perhitungan produksi

Biasanya produksi suatu mesin pemintalan pada umumnya dinyatakan dalam satuan bera tper satuan waktu yang tertentu. Begitu pula untuk mesin *flyer*, produksinya dinyatakan dalam satuan berat (kg) per satuan waktu tertentu (jam).

(1) Produksi teoritis

Produksi Teoritis adalah produksi yang dihitung berdasarkan susunan roda gigi dengan memperhatikan nomor *roving* yang akan dibuat pada mesin *flyer* serta jenis kapas yang diolah.

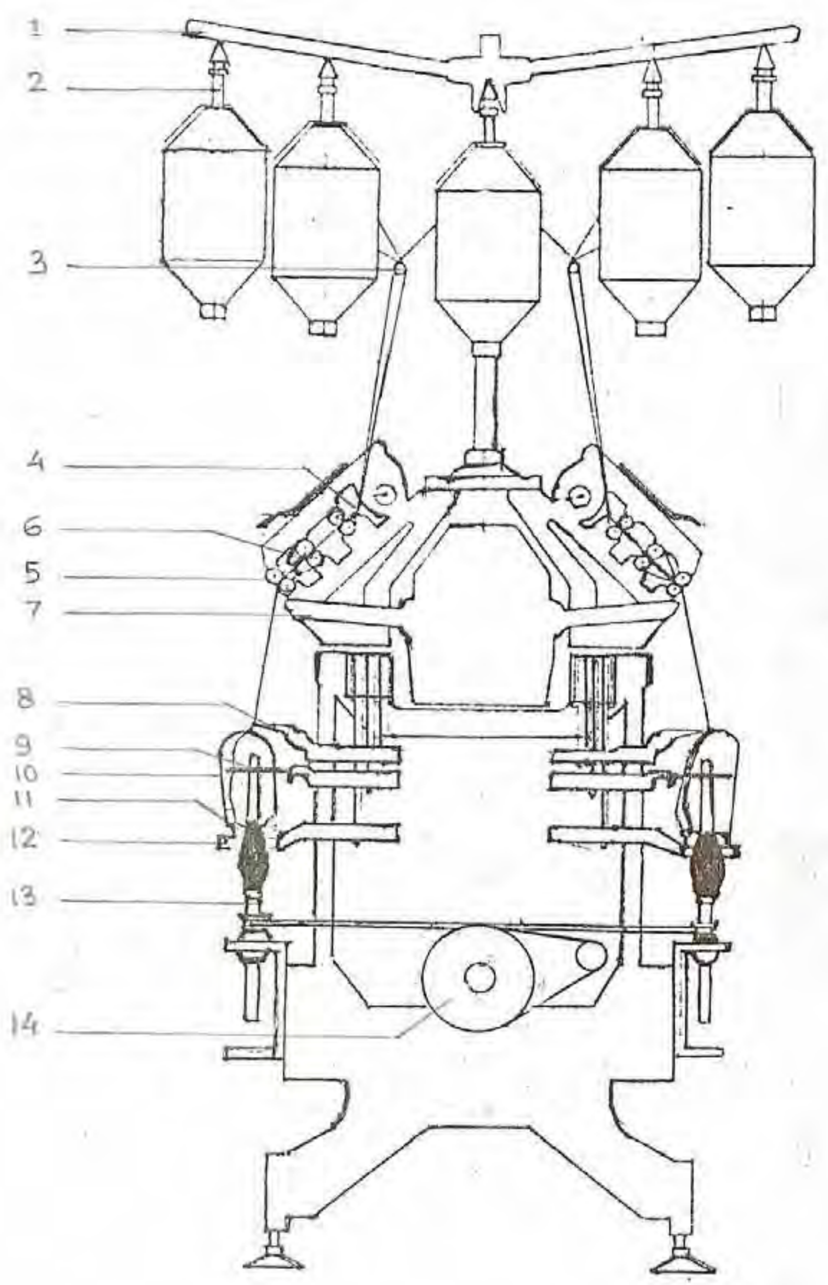
Produksi per *spindel* per menit adalah = *(kecepatan spindel menit)/(Antihan per* inci*)*

14) Proses Mesin *Ring Spinning*

Mesin *Ring Spinning* adalah kelanjutan daripada mesin f*lyer*, di mana terjadi proses perubahan *roving* menjadi benang dengan jalan peregangan, pengantihan dan penggulungan. Proses di mesin *spinning* merupakan proses terakhir dalam pembuatan benang. Proses-proses selanjutnya hanya merupakan proses penyempurnaan. Pada saat *roving* dikerjakan dimesin *spinning* terjadi proses peregangan oleh pasangan rol peregang. Peregangan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan permukaan antara rol peregang depan, rol peregang tengah dan rol peregang belakang. Agar dapat digulung pada *bobin* benang harus cukup kuat dan diperlukan pengantihan. Jika pemberian antihan pada mesin *flyer* hanya secukupnya saja, maka pemberian antihan pada mesin ring *spinning* didasarkan pada

pemakaian benang tersebut dan harus cukup kuat untuk diproses lebih lanjut. Sayap pada mesin *flyer* merupakan pengantar *roving* pada saat dilakukan penggulungan dan sayap ini tidak bergerak naik turun, sementara pada mesin *ring spinning traveller* yang dipasang pada ring merupakan pengantar benang selama penggulungan benang pada *bobin* sambil bergerak naik turun. Pada mesin *flyer* yang membuat antihan pada *roving* adalah putaran sayap, sedang pada mesin *ring spinning* yang membuat antihan pada benang adalah putaran *traveller*. Jadi pada mesin *ring Spinning* kapas yang keluar dari rol depan masih sejajar, dan dengan perantaraan pengantar ekor babi (*lappet*) terus melewati *traveller* ring yang terputarkan *spindel*. Karena adanya putaran *traveller* pada ring mengelilingi *spindel*, terbentuklah antihan pada benang dan dengan demikian benang mendapat kekuatan.

a) Prinsip bekerjanya mesin *ring spinning*



Gambar 179. Mesin *ring spinning*

Keterangan :
1. Rak *bobin*
2. Penggantung (*bobin holder*)
3. Pengantar
4. Terompet pengantar(*traverse guide*)
5. Rol peregang

6. *Cradle*
7. Penghisap (*pneumafil*)
8. Ekor babi
9. Pengontrol baloning
10. Penyekat (*separator*)
11. *Traveller*
12. *Ring*
13. *Spindel*
14. *Tin Roller*

Bahan penyuap mesin *ring spinning* adalah *roving* hasil mesin *flyer*. Gulungan *roving* pada *bobin* satu persatu dipasang pada tempat penggantung (2) dan diatur agar isi *bobin* tidak sama sehingga habisnya tidak bersamaan. Ujung-ujung *roving* dijalankan oleh pengantar (3) agar mudah ditarik dan tidak putus.

Pada saat penyuapan *roving* sedang berlangsung gulungan *roving* pada *bobin* ikut berputar untuk menghindar terjadinya regangan palsu. Dari pengantar (3) *roving* melalui terompet pengantar (4) yang bergerak ke kiri dan ke kanan. Gerakan ini masih terbatas pada daerah peregangan dengan maksud untuk mengarahkan penyuapan agar tidak terjadi pengausan setempat pada rol peregang. Dari terompet pengantar (4) *roving* disuapkan ke daerah peregangan (5) yang diterima oleh pasangan rol belakang. Dari peregangan rol belakang *roving* diteruskan ke pegangan rol tengah dengan kecepatan permukaan yang lebih besar, dan *roving* diregangkan pelan-pelan sehingga antihannya terbuka kembali dan serat-seratnya menjadi sejajar. Peregangan yang terjadi antara pasangan rol peregang belakang dan rol peregang tengah disebut *break draft*.

Selanjutnya oleh pasangan rol tengah *roving* diteruskan ke pasangan rol depan yang mempunyai kecepatan permukaan yang lebih besar daripada rol tengah, sehingga terjadi proses peregangan yang sebenarnya. Peregangan yang terjadi didaerah ini disebut *mean draft*. Biasanya pada rol pasangan rol tengah dipasang sepasang apronyang berfungsi antara lain sebagai pengantar serat-serat dan memperkecil jarak titik jepit terhadap rol depan. Di atas dan di bawah rol peregang ini dipasang pembersih (8), sehingga serat dan

debu yang menempel padarol dapat dicegah. Setelah keluar dari rol peregangan depan kapas akan terhisap oleh pengisap (7). Jika benang sudah disambung maka serat yang keluar dari rol depan langsung dijalankan melewati ekor babi (9) terus melalui traveller (10) yang berputar pada ring sehingga terbentuk antihan pada benang dan benang telah cukup kuat untuk digulung pada *bobin*. Karena putaran *spindel* sangat cepat, maka *traveller* juga terbawa berputar dengan cepat pada ring mengelilingi *spindel* yang menimbulkan gaya *centrifugal* yang besar.

Dibandingkan dengan berat benang antara rol depan sampai *bobin*, maka gaya centrifugal dapat mengakibatkan timbulnya bayangan benang berputar seperti balon yang biasa disebut *baloning*. Untuk menjaga kebersihan *raveller*, dekat ring biasanya dipasang baja pelat kecil yang disebut pisau yang fungsinya untuk menahan serat-serat yang terbawa dan menyangkut pada *traveller*. Jika *bobin* yang digunakan mempunyai panjang (9”), maka *baloning* yang terjadi sangat besar. Untuk mencegah dan membatasi besarnya *baloning* biasa digunakan alat yang disebut *anti node ring*. Selain menggunakan *anti node ring* untuk membersihkan pemisahan antara *baloning* pada *spindel* satu dengan *spindel* lainnya juga diberi penyekat (14), sebab apabila baloning bergesekan dengan arah yang berlawanan akan menimbulkan bulu benang atau benang saling menyangkut dan benang dapat putus. Setelah diberi antihan, benang terus digulung pada *bobin*. Pada awal penggulungan pada pangkal *bobin*, bentuk gulungan benangnya harus khusus dan untuk itu digunakan suatu peralatan yang disebut *cam screw*. Setelah pembentukan pangkal gulungan selesai, di susul penggulungan yang sebenarnya sehingga gulungan benang pada *bobin* menjadi penuh. Penggulungan benang pada *bobin* ini berbeda dengan penggulungan *roving*. Pada *roving bobin* penggulung bergerak naik turun dan sayapnya berputar di tempat, sebagai pengantar *roving* pada *bobin* dan gerakan naik turunnya *bobin* hampir setinggi *bobin*nya dan benang pada *bobin*, *spindel* berikutnya *bobin*nya berputar di tempat dan *traveller* pada *ring* berikut *ring rail* bergerak naik turun. Gerakan naik *ring rail* lebih lambat daripada gerakannya turun, dan pada saat *ring rail* naik terjadi penggulungan benang yang sebenarnya, sedang pada saat

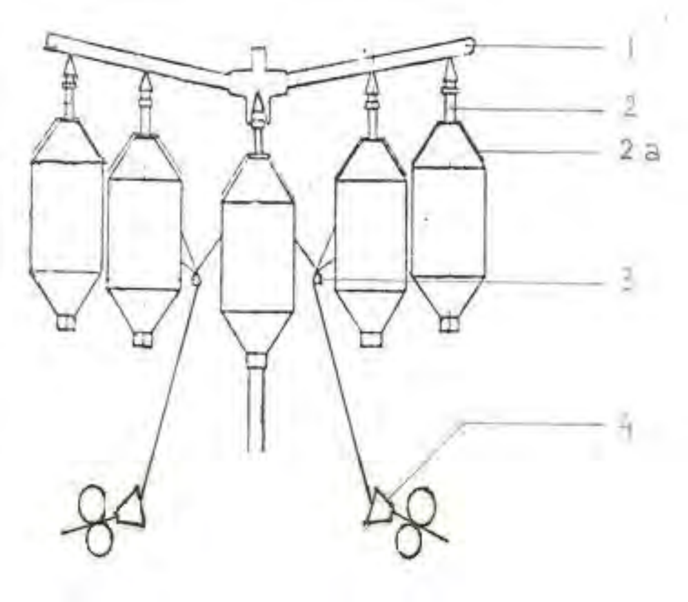
ring rail turun terjadi gulungan bersilang sebagai pembatas lapisan gulungan yang satu terhadap lapisan gulungan yang berikutnya.

a) Bagian-bagian *ring spinning*

Pada hakikatnya mesin ring spinning dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian penyuapan, bagian peregangan, dan bagian penggulungan.

(1) Bagian penyuapan

Bagian penyuapan terdiri dari Rak (1) Penggantung (2) Topi penutup (2a), gulungan *roving* pengantar (3) dan pengantar (*traverse guide*) (4). Rak (1) berfungsi untuk menempatkan penggantung (*bobin* holder) (2) yang jumlahnya sama dengan jumlah *spindel* yang terdapat pada satu *frame*. Pada setiap penggantung (*bobin* holder) dipasang gulungan *roving* hasil mesin *flyer*, dan gulungan *roving* tersebut dapat berputar dengan mudah pada penggantungnya pada saat *roving* ditarik oleh pasangan rol peregang. Setiap *roving* yang akan disuapkan ke pasangan rol peregang belakang harus melalui pengantar (4) agar penguluran *roving* dari gulungannya dapat berjalan lancar. Besarnya masing-masing gulungan *roving* yang disuapkan harus diatur sedemikian rupa sehingga gulungan *roving* tidak habis dalam waktu yang bersamaan. Fungsi topi penutup *roving* (2a) ialah untuk mencegah menempelnya serat-serat yang beterbangan pada *roving*, agar tidak menambah ketidakrataan pada *roving* yang disuapkan. Pengantar (*traverse guide*) (4) yang bergerak ke kanan dan ke kiri berfungsi untuk mengatur penyuapan *roving* agar keausan rol peregang merata.



Gambar 180. Skema bagian penyuapan mesin *ring spinning*

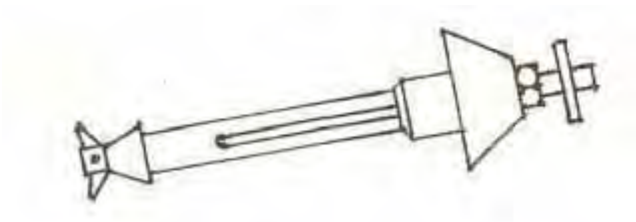
(a) Rak



Gambar 181. Rak

Rak (1) dibuat dari pipa besi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan *bobin roving* untuk persediaan penyuapan.

(b) Penggantung *bobin*



Gambar 182. Penggantung *bobin* (*bobin holder*)

Penggantung *bobin* (*bobin holder*) (2), dibuat dari silinder besi dengan konstruksi yang

dapat diputar pada poros yang terpasang di rak dan berfungsi untuk menggantungkan *bobin roving*.

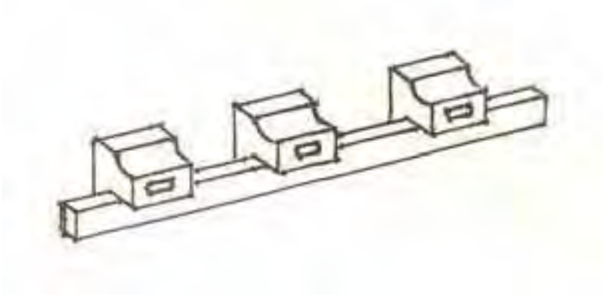
(c) Pengantar



Gambar 183. Pengantar

Pengantar (3), berbentuk pipa bulat kecil memanjang dan berfungsi untuk mempermudah penarikan *roving* yang disuapkan.

(d) Terompet pengantar (*traverse guide*)

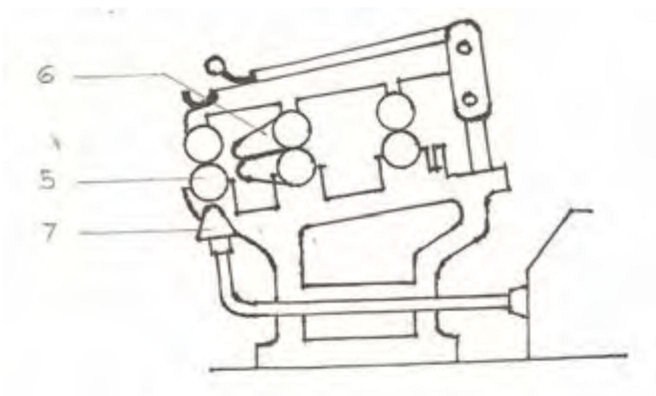


Gambar 184. Terompet pengantar

Terompet pengantar (*traverse guide*) (4) berbentuk seperti corong kecil, terbuat dari bahan semacam ebonit yang dipasang berangkai pada suatu batang besi dan dapat bergerak ke kanan dan ke kiri untuk menghindarkan terjadinya aus.

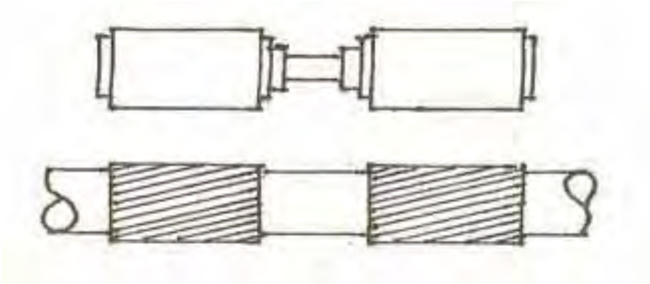
(2) Bagian peregangan
Bagian peregangan terdiri dari tiga pasangan rol peregang (5) yang dilengkapi dengan per penekan yang berfungsi untuk dapat memberikan tekanan pada rol peregang atas terhadap rol peregang bawah, sehingga dperoleh garis jepit yang diharapkan.

Karena adanya tarikan-tarikan pasangan rol peregang, ada sebagian serat yang putus menjadi serat-serat pendek. Oleh karena itu rol atas dipasang pembersih yang berfungsi untuk membersihkan serat-serat yang menempel pada rol atas. Pada rol peregang tengah dipasang apron (6) yang berfungsi untuk mengantarkan serat-serat ke pasangan rol depan. Dengan perantaraan apron tersebut, maka kecepatan serat yang pendek juga selalu mengikuti kecepatan permukaan rol tengah. Pada bagian peregangan dilengkapi juga dengan penghisap (*pneumafil*) (7) yang berfungsi untuk menghisap serat yang keluar dari pasangan rol peregang dan untuk membersihkan serat-serat yang menempel pada rol atas. Pada rol peregang tengah dipasang apron (6) yang berfungsi untuk mengantarkan serat-serat ke pasangan rol depan. Dengan perantaraan apron tersebut, kecepatan serat yang pendek juga selalu mengikuti kecepatan permukaan rol tengah. Pada bagian peregangan dilengkapi juga dengan penghisap (*pneumafil*) (7) yang berfungsi untuk menghisap serat yang keluardari pasangan rol peregang depan apabila ada benang yang putus.



Gambar 185. Skema bagian peregangan mesin *ring spinning*

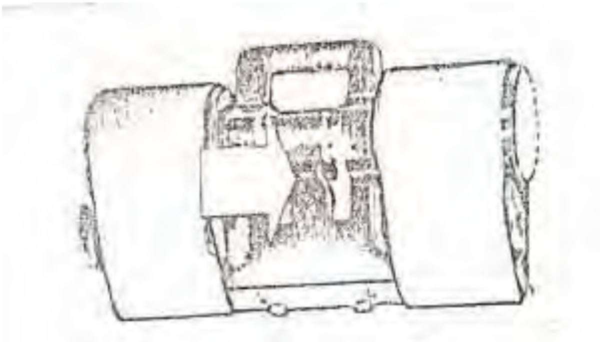
(a) Rol peregang



Gambar 186. Rol peregang

Rol peregang (5) terdiri dari tiga pasang rol atas dan rol bawah. Rol bawah belakang dan rol bawah depan mempunyai alur kecil dan halus. Mesin model lama mempunyai alur lurus ke arah panjang, sedang untuk model baru mempunyai alur miring. Khusus rol tengah mempunyai alur saling miring dan berpotongan untuk memutar apron. Rol atasnya dibuat dari besi yang permukaannya dilapisi bahan sintetis. Rol bawah berputar aktif dan rol atas berputar secara pasif (berputar karena adanya gesekan dengan rol bawah).

(b) *Cradle*



Gambar 187. Cradle

Cradle (6) yaitu suatu batang yang konstruksinya sedemikian rupa untuk memegang rol atas dan dilengkapi dengan beban penekan rol sistem per.

(c) Penghisap (*pneumafil*)



Gambar 188. Penghisap (*pneumafil*)

Penghisap (*pneumafil*) (7), dibuat dari pipa aluminium atau besi yang tipis dan pada tempat-tempat tertentu dimana benang dari rol depan keluar terdapat lubang penghisap kecil. Penghisap ini dihubungkan dengan *fan* melalui pipa. Penghisap ini berfungsi untuk menghisap kapas apabila ada benang yang keluar dari rol depan putus dan untuk mempermudah penyambungan benang yang putus.

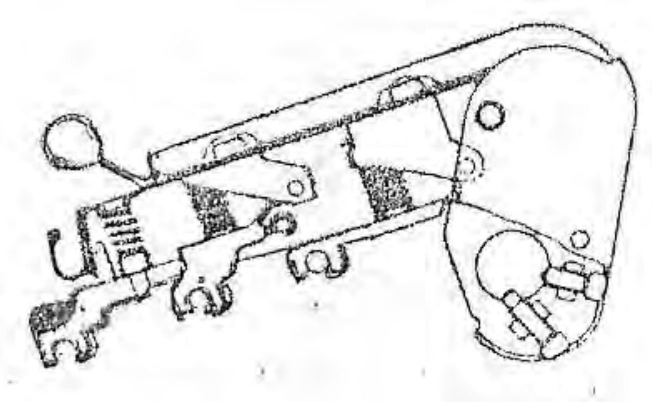
(d) Penyetelan jarak antara rol peregang

Salah satu faktor yang menentukan mutu hasil benang, terutama yang menimbulkan ketidakrataan adalah penyetelan jarak masing-masing pasangan rol peregang. Penyetelan jarak antara rol pada daerah utama iniditentukan oleh ukuran *cradle apron* atas dan jaraknya tetap. Sedangkan penyetelan jarak pada daerah belakang bervariasi tergantung pada besarnya nilai regangan pendahuluan dan bahan baku yang diolah. Jika regangan pendahuluan rendah (*low break draft*) yaitu mencapai 1,4, maka tidak diperlukan menyesuaikan penyetelan terhadap panjang *staple*. Sedangkan jika regangan pendahuluan tinggi (*high break draft*) yaitu lebih dari, maka penyetelan daerah belakang harus disesuaikan dengan panjang *staple*.

(e) Pembebanan pada rol atas

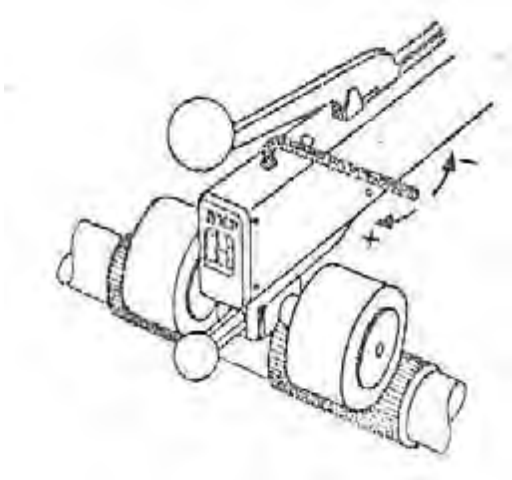
Maksud dan tujuan pembebanan adalah untuk mendapatkan tekanan sepanjang garis jepit dan mengontrol serta mencegah terjadinya slip pada

saat peregangan berlangsung. Dewasa ini pembebanan rol peregang pada mesin *ring spinning* lebih banyak menggunakan sistem per daripada sistem bandul. Berikut ini adalah gambar konstruksi peralatan pembebanan (*pendulum weighting arm*)



Gambar 189. Pembebanan pada rol atas

Peralatan ini pada ujung depannya dilengkapi dengan peralatan penunjuk pengatur beban. Pengatur beban tersebut mempunyai tanda warna merah untuk setiap besarnya beban yang digunakan. Dengan demikian setiap saat dapat dengan mudah dilihat berapa beban yang diberikan. Penyetelan besarnya beban dapat dengan mudah dilaksanakan dengan cara memutar lubang sekrup ke kiri dan ke kanan dengan peralatan kunci yang khusus disediakan untuk keperluan tersebut



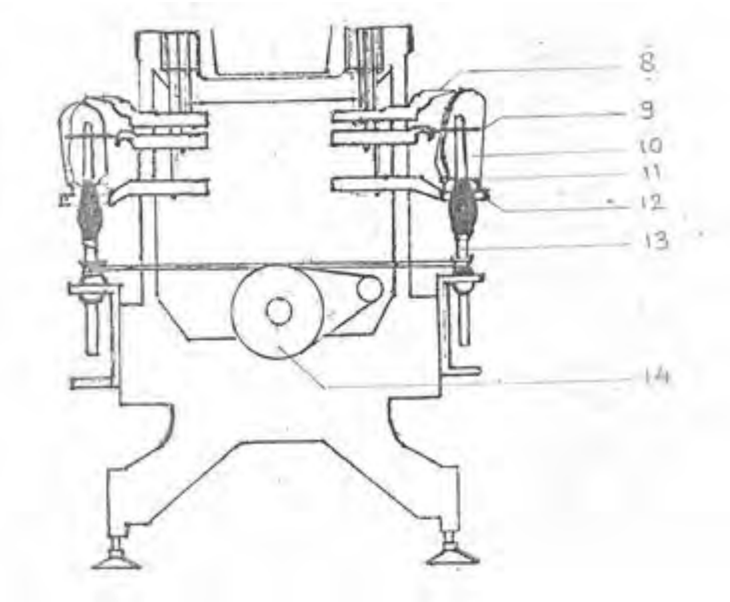
Gambar 190. Kunci penyetel pembebanan pada rol atas

Keuntungan-keuntungan pembebanan sistem per diantaranya adalah :

- Konstruksinya sederhana sehingga memudahkan pemasangan, pembongkaran dan pemeliharaannya.
- Penyetelan besarnya beban dapat disesuaikan dengan nomor *roving* yang disuapkan.
- Miringnya kedudukan rol tidak banyak berpengaruh pada nilai beban.

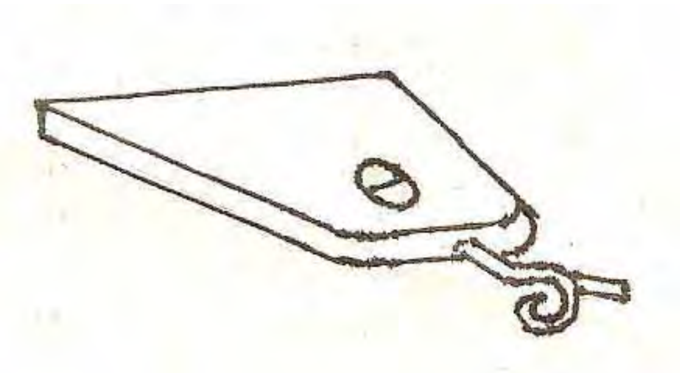
(3) Bagian penggulungan

Bagian penggulungan terdiri dari *bobin* yang dipasang padas *spindel* (13), *spindel* berikut *bobin* diputarkan oleh tin roller (14) dan *traveller* (11) yang dipasang pada ring dan berfungsi sebagai pengantar benang, bergerak naik turun pada saat penggulungan benang sedang berlangsung. Untuk mengurangi tegangan benang dipasang pengontrol *baloning* (9) yang berfungsi untuk membatasi kemungkinan membesarnya baloning. Agar benang yang dipintal tidak saling berkaitan dipasang penyekat (separator) (10) di antara *spindel.* Di atas *spindel* dipasang ekor babi (8) yang berfungsi agar bentuk balon simetris terhadap *spindel*, sehingga benang tidak bergesekan dengan ujung *spindel*.



Gambar 191. Skema bagian penggulungan mesin *ring pinning*

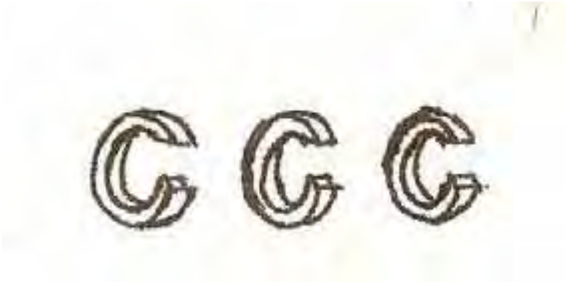
- Ekor babi (*Lap*pet)



Gambar 192. Ekor babi (*la*ppet)

Ekor babi (*lappet*) (8) dibuat dari kawat baja yang dibengkokkan menyerupai ekor babi dan dipasang tepat di atas *spindel.* Ekor babi berfungsi untuk menyalurkan benang agar tepat pada poros *spindel*.

- Traveller



Gambar 193. *Traveller*

Traveller (11) dibuat dari baja dan bentuknya seperti huruf C. *Traveller* berfungsi sebagai pengantar benang.

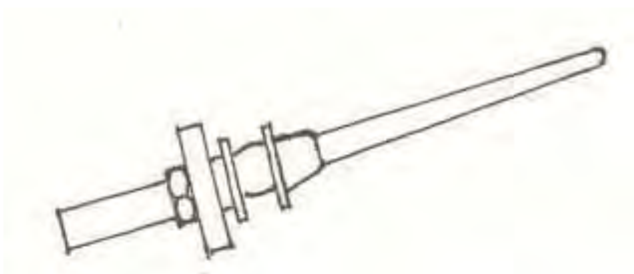
- Ring



Gambar 194. *Ring*

Ring (12) dibuat dari baja dan dipasang pada *ring rail*, dimana *traveller* ditempatkan.

- Spindel



Gambar 195. *Spindel*

Spindel (13) dibuat dari baja dan merupakan tempat dimana *bobin* ditempatkan/dipasang.

- Pengontrol baloning (*antinode ring*)



Gambar 196. Pengontrol baloning (*antinode ring*)

Pengontrol *baloning* (*anti node ring*) (9) dibuat dari kawat baja yang melingkari *spindel*, dan berfungsi untuk menjaga agar *baloning* tidak terlalu besar.

- Penyekat (*separator*)

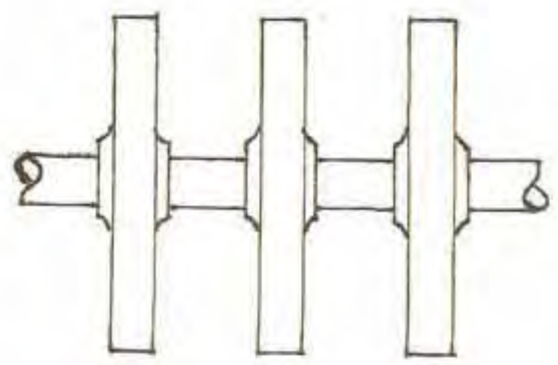


Gambar 197. Penyekat (separator)

Penyikat (*separator*) (10) dibuat dari besi pelat atau aluminium yang tipis, dan dipasang di antara *spindel* yang satu terhadap *spindel* yang lain dan penyekat berfungsi untuk membatasi *baloning*

agar tidak saling terkena satu sama lain yang dapat mengakibatkan benang putus.

- *Tin roll*



Gambar 198. Tin roll

Tin rol (14) adalah suatu silinder besi yang berfungsi sebagai poros utama mesin *ring spinning*, dan juga untuk memutarkan *spindel* dengan perantaraan pita (*spindel tape*) yang ditegangkan oleh peregang jocky *pulley*.

- Proses pengantihan (*twisting*)

  Yang dimaksud dengan proses pengantihan ialah penyusunan serat-serat yang akan dibuat menjadi benang agar menempati kedudukan seperti spiral sehingga serat-serat tersebut saling mengikat dan menampung serat-serat yang masih terlepas satu sama lainnya yang dalam berbentuk pita menjadi suatu massa yang kompak sehingga memberikan kekuatan pada benang yang dibentuknya.

  Pemberian antihan ini pada prinsipnya dilakukan dengan memutar satu ujung dari untaian serat, sementara ujung yang lainnya tetap diam. Pada proses pemintalan pemberian antihan dilakukan oleh *spindel* dan *traveller* sebagai pemutar ujung untaian serat yang keluar dari rol peregang depan, sedangkan ujung yang lainnya tetap dipegang atau dijepit oleh rol peregang depan.

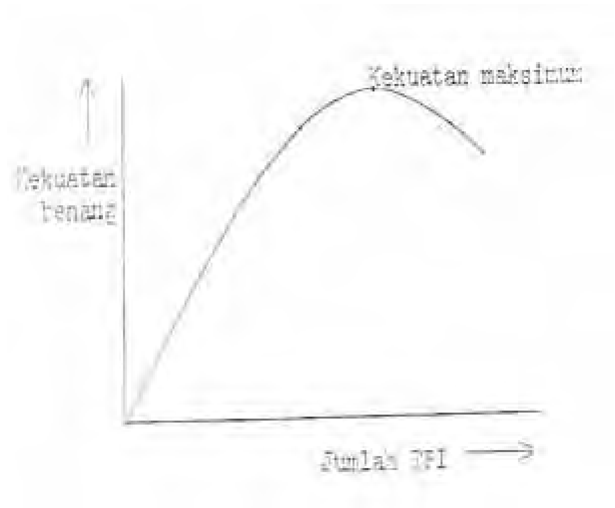
Banyaknya antihan yang diberikan pada benang tergantung kepada perbandingan banyaknya putaran dari mata pintal dan panjangnya benang yang dikeluarkan dari rol depan untuk waktu yang sama. Banyaknya antihan yang diberikan pada benang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{TPI} = \text{C}\sqrt{Ne1}$$

Di mana:
TPI = Twist per inch
C = konstanta antihan atau *twist multiplier*
Ne_1 = nomor dari benang untuk sistem tidak langsung

Hubungan antihan dengan nomor benang seperti yang dirumuskan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:
Apabila suatu untaian serat-serat diputar mengelilingi sumbu panjangnya, maka serat-serat komponennya dapat dianggap akan menempati kedudukan sebagai spiral sempurna atau tidak sempurna. Bentuk spiral yang tidak sempurna tergantung pada kesamaan (*uniformity*) serta keteraturan (*regularity*) dari susunan serat-serat pada untaian serat yang akan diberi *twist* tersebut. Apabila untaian tersebut akan mengalami tegangan dan perpanjangan (*stretching*) seperti halnya per yang ditarik sepanjang tidak terjadi pergeseran atau slip antara serat. Apabila tegangan ini menyebabkan adanya perpanjangan atau mulur, maka serat-serat yang menempati kedudukan yang paling luar akan mendesak ke dalam, sehingga mengakibatkan penampang dari untaian serat tersebut akan menciut/mengecil, itu berarti bahwa akibat dari adanya reaksi dari tarikan tersebut, timbul gaya menekan kearah titik pusat untaian tersebut yang cenderung untuk mendorong serat-serat individu makin berdekatan dan berkelompok

menjadi satu dan bersamaan yang akan meningkatkan gesekan antar serat atau daya kohesinya (daya lekatnya). Dengan demikian, timbul dua macam gaya sebagai akibat adanya tarikan tersebut, yaitu gaya yang cenderung untuk memisahkan serat-serat dan gaya-gaya yang cenderung untuk mengikat serat-serat menjadi satu. Resultante dari gaya-gaya ini tergantung pada besarnya sudut dari spiralnya. Apabila jumlah putaran persatuan panjang sedikit, maka sudut spiralnya kecil. Kondisi yang sedemikian menyebabkan serat-serat mudah tergeser satu dengan yang lainnya dan untaian serat-serat tersebut akan putus, apabila tarikan yang dikenakan cukup besar. Sebaliknya apabila putaran yang diberikan pada untaian serat persatuan panjangnya diperbanyak, maka sudut putarannya (spiralnya) akan membesar, demikian juga tekanan kedalam pada serat-serat akan meningkat dan gesekan antara serat semakin kuat. Hal ini akan mengurangi atau menghentikan pergeseran-pergeseran antara serat sehingga kekuatan benangnya dapat ditingkatkan sampai mencapai titik kekuatan maksimumnya (titik kritis). Apabila banyaknya putaran ditambah lagi melebihi titik kritisnya, maka serat-seratnya akan mulur lebih banyak karena adanya tegangan tersebut, dan jika batas mulurnya dilampaui, maka serat akan putus dan mengakibatkan benangnya juga putus. Andaikata serat-seratnya belum putus, tetapi serat-serat tersebut sebenarnya telah mengalami tegangan yang cukup berat, sisa kekuatan yang masih ada pada serat akan digunakan untuk mengatasi beban dari luar dan sisa kekuatan ini akan berkurang. Hal ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

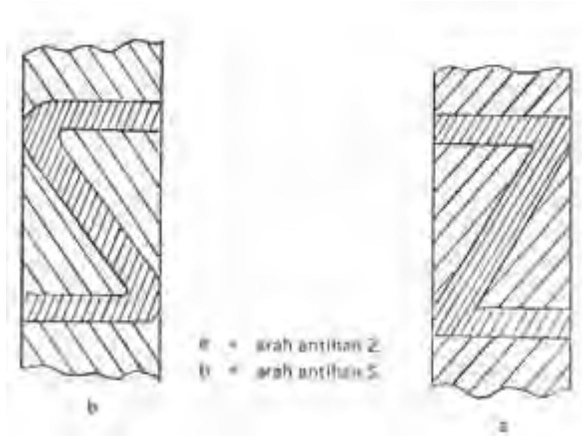


Gambar 199. Hubungan antara TPI dan kekuatan benang

Jadi, banyaknya antihan yang harus diberikan pada benang merupakan masalah yang harus dipertimbangkan, baik ditinjau dari segi teknis (operasionial) maupun ekonomi.

- Arah antihan

  Arah antihan pada benang ada dua macam tergantung dari arah putaran *spindel*nya. Kedua arah antihan tersebut disebut arah Z (kanan) atau S (kiri), seperti terlihat pada gambar

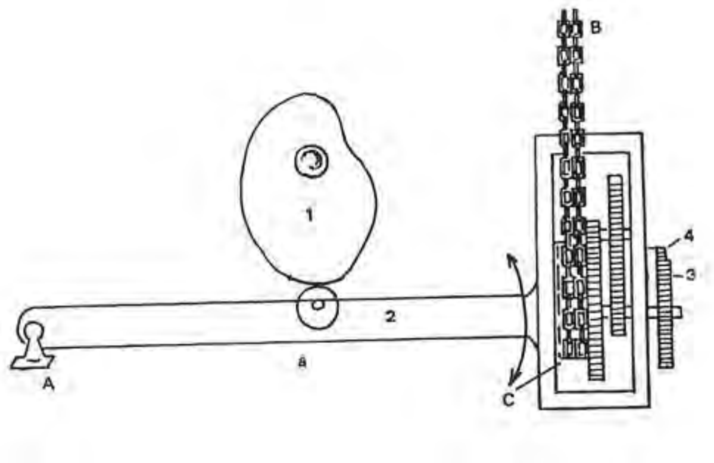


Gambar 200. Arah antihan

(i) Proses penggulungan benang pada *bobin*

Proses penggulungan benang pada ring spinning akan jauh berbeda jika dibandingkan dengan proses penggulungan *roving* di mesin *flyer*. Perbedaan tersebut antara lain ialah :

- Pada mesin *ring spinning* pengantar benang sementara naik turun sedangkan *bobin* berputar tetap pada tempatnya, sementara pada mesin *flyer* pengantar benangnya tetap pada tempatnya sedangkan *bobin* berputar dan bergerak naik turun.
- Pada mesin *ring spinning* penggulungan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antara putaran *spindel* (N_{sp}) dengan putaran *traveller* (N_{tr}) sehingga jumlah gulungan benang $g = N_{sp} – N_{tr}$. Pada mesin *flyer* penggulungan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antara putaran *bobin* (N_b) dengan putaran *spindel*, sehingga jumlah gulungan *roving* $g = N_b – N_{sp}$
- Sistem penggulungan benang mesin *ring spinning* adalah konis, sementara penggulungan *roving* pada *bobin* di mesin *flyer* adalah paralel.
- Bentuk gulungan benang pada *bobin* di mesin *ring spinning* dapat terlihat pada bentuk gulungan *roving* pada *bobin* di mesin *flyer*. Bentuk gulungan benang dan *roving* pada *bobin traveller* merupakan pengantar benang pada mesin *ring spinning* yang dipasang pada *ring rail*, turut bergerak naik turun bersama-sama dengan *ring rail*nya. Sedang pada mesin *flyer*, lengan *flyer* merupakan pengantar *roving* yang tidak dapat bergerak naik turun dan tetap pada tempatnya, sedang *bobin* bergerak naik turun bersama-sama dengan keretanya. Gerakan naik turun dari *ring rail*. Peralatan yang mengatur gerakan naik turunnya ring disebut builder motion, seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 201. Peralatan *builder motion*

Keterangan :
1. Eksentrik
2. batang penyangga
3. Roda gigi racet (*Rachet Wheel*)
4. Pal
5. Pen

A. Titik putar
B. Rantai
C. Rol C

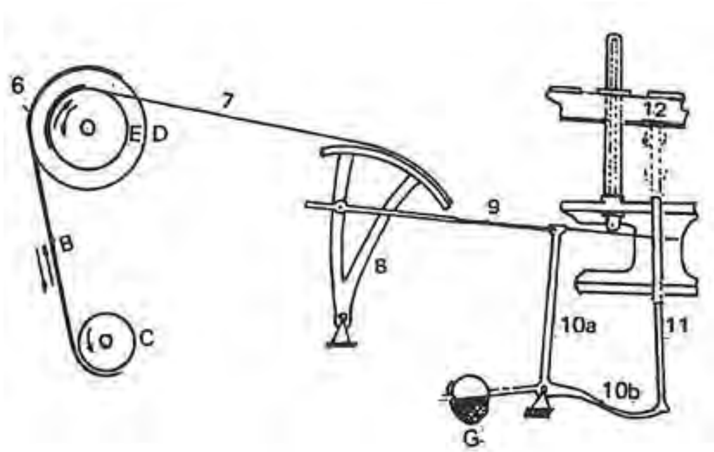
(j) Prinsip bekerjanya *builder motion*

Gambar di atas memperlihatkan peralatan builder motion dengan batang penyangga (2) yang selalu menempel pada eksentrik (1) yang berputar secara aktif. Menempelnya batang penyangga (2) tersebut disebabkan oleh rantai (B) yang dihubungkan dengan *ring rail*. Karena berat penyangga (2) selalu menempel pada eksentrik (1), batang penyangga sebelah kiri mempunyai titik putar (A).

Jika bagian yang tinggi dari eksentrik menempel pada batang (2), maka batang penyangga (2) berada pada kedudukan yang terendah. Begitu juga jika bagian yang rendah menempel pada batang (2) maka batang penyangga berada pada kedudukan teratas. Naik turunnya batang (2) akan selalu mengikuti gerakan berputarnya eksentrik (1).

(k) Gerakan naik turunnya/*ring rail*

Stang rail (11) dipasang pada suatu tabung yang mati pada rangka mesin sehingga gerakan naik turun *ring rail* dapat stabil. Setiap putaran eksentrik (1), rail akan bergerak naik dan turun satu kali yang disebut satu gerakan penuh atau satu *traverse*. Karena pada waktu menggulung benang di *bobin* dikehendaki suatu *lap*isan pemisah antara gulungan yang satu dengan gulungan berikutnya, maka kecepatan gerakan *ring rail* pada saat naik dan turun dibuat tidak sama. *Ring rail* bergerak lambat pada saat naik sehingga terjadi penggulungan yang sejajar, sedang *ring rail* bergerak cepat pada saat turun sehingga terjadi gulungan pemisah yang tidak sejajar.

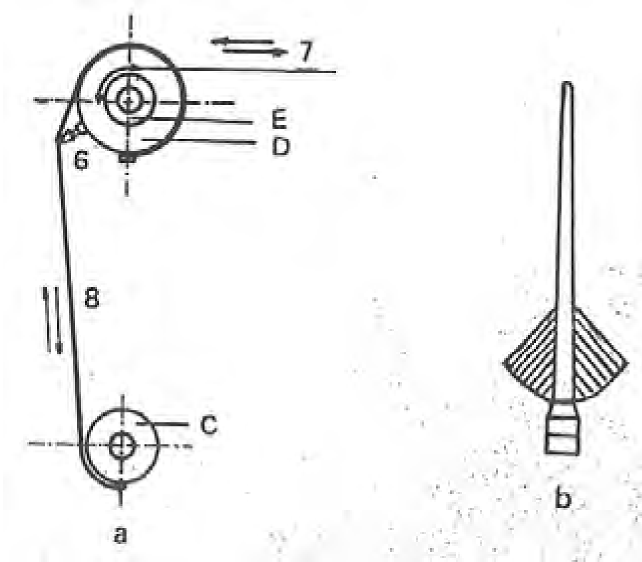


Gambar 202. Gerakan *ring rail*

Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa setiap putaran dari eksentrik satu kali menyebabkan *ring rail* bergerak naik dan turun satu kali, yang disebut satu *traverse* atau gerakan printer. Setelah *ring rail* bergerak naik dan turun satu kali, maka kedudukan *ring rail* akan naik satu diameter benang dan gerakan ini disebut gerakan sekunder. Jika panjang rantai B tetap, maka setiap putaran eksentrik (1) akan mengakibatkan gerakan naik turun *ring rail* juga tetap. Tetapi apabila rantai B diturunkan sedikit, maka *ring rail* juga naik sedikit. Turunnya rantai (B) tersebut disebabkan karena berputarnya rol (C)

sesuai arah anak panah. Rol (C) berputar karena diputar oleh roda gigi rachet (3) seperti pada gambar 202. Pada gambar 203 terlihat rol (C) adalah penggulung dari rantai (B) yang terdapat pada ujung batang (2),sehingga pada saat eksentrik berputar batang (2) juga terbawa naik turun. Karena (5) dipasangkan mati pada rangka mesin, pen tidak turun karena gerakan naik turun batang (2). Pada saat batang (2) bergerak naik kedudukan pal (A) tergeser ke kanan karena pen (5) diam di tempat, dan pada saat batang (2) turun pal (4) akan mendorong maju roda gigi *rachet* (3). Banyak sedikitnya gigi *rachet* yang didorong akan mempengaruhi perputaran *rachet*, yang juga mempunyai putaran rol (C) yang mengggulung rantai (B). Dengan tergulungnya rantai B sedikit demi sedikit setiap gerakan naik turun dari batang (2), maka rantai B akan menjadi semakin pendek. Karena kedudukannya tetap dalam batang (2) rol (D) akan terputar ke kiri oleh rantai (B) yang semakin pendek. Dengan demikian rantai (7) juga tertarik ke kiri oleh rol (B) yang terputar oleh rol (D). Jadi kedudukan rantai (7) semakin lama semakin bergeser ke kiri, dan peralatan (8) semakin condong ke kiri. Hal ini akan menarik batang (9) ke kiri dan (10a) bergerak ke kiri juga yang akibatnya (10b) bertambah naik yang diikuti dengan naiknya stang *ring rail* (11) beserta *ring rail*nya (12). Pembentukan gulungan benang pada bobbin di mesin ring spinning terbagi dalam dua tahap, yaitu :

- Pembentukan gulungan benang pada pangkal *bobin*



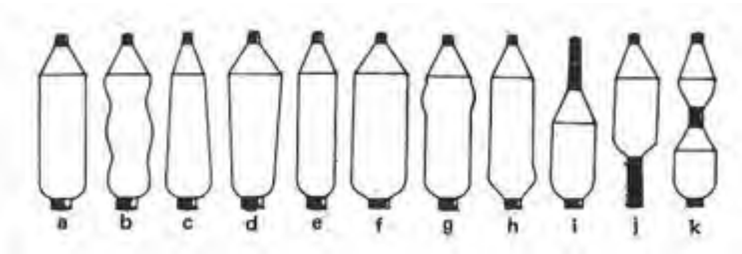
Gambar 203. *Cam screw* dan gulungan benang pada pangkal *bobin*

Jika pada gambar di atas *cams crew* tidak dipasang pada rol D, maka pada saat rol C turun sebentar a cm, rol D juga akan berputar oleh rantai (8) sebesar busur yang sama dengan a cm. Jika sekarang pada rol D dipasang *cam screw* (6) dan rantai (8) juga dipasang melalui *cam screw* terus ke rol C, maka pada saat rol C turun sebesar a cm, maka rol D tidak akan berputar sebesar busur yang lebih kecil dari a cm, tetapi mengulurnya rantai (8) sebesar a cm, hal ini terjadi karena rantai (8) dijalankan melalui *cam screw*, sehingga dengan demikian walaupun rol C turun sebesar a cm, rol D akan berputar sedikit dan hal ini akan menyebabkan naiknya *ring rail* juga sedikit. Karena rol C selalu menggulung rantai (8) untuk setiap gerakan batang (2) naik turun, maka kedudukan *cam screw* semakin lama semakin ke bawah, sehingga akhirnya rantai (8) tidak melalui *cam screw* lagi, tetapi langsung rol D terus ke rol C. Pada saat yang demikian ini *cam screw* tidak menyinggung rantai (8) lagi, sehingga pada saat rol C turun sebesar a cm, rol D juga diputar oleh rantai (8) sebesar busur a cm dan rol

E juga berputar sebesar busur a cm, dan hal ini menyebabkan naiknya *ring rail* sebesar a cm juga. Pada saat *cam screw* tidak menyinggung rantai (8) lagi, maka gerakan naik *ring rail* sudah tidak dipengaruhi lagi oleh screw, dan dengan demikian pembentukan gulungan benang pada pangkal *bobin* telah selesai.

- Pembentukan gulungan benang setelah penggulungan benang pada pangkal *bobin.*
  Setelah pembentukan gulungan benang pada pangkal *bobin* selesai, kemudian diteruskan dengan penggulungan benang berikutnya. Sebagaimana telah diuraikan di muka pada saat *ring rail* turun terjadi penggulungan benang yang sejajar dan pada saat *ring rail* turun dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan pada saat naik, sehingga terjadi penggulungan benang yang tidak sejajar. Gulungan benang yang tidak sejajar tersebut merupakan *lap*isan pemisah antara gulungan benang yang satu terhadap *lap*isan gulungan benang yang berikutnya. Penggulungan benang berlangsung terus hingga gulungan benang pada *bobin* penuh seperti terlihat pada gambar 204.

  Bentuk gulungan benang pada *bobin*



Gambar 204. Bentuk gulungan benang pada b*obin*

Dalam praktik sering terjadi bentuk gulungan yang tidak normal yang mungkin terjadi akibat kesalahan dalam melakukan penggulungan benang. Kesalahan tersebut dapat disebabkan oleh pengaruh mesin atau kesalahan operator dalam menjelankan mesin. Kesalahan yang

disebabkan pengaruh mesin mungkin terjadi karena penyetelan yang kurang betul, sedangkan kesalahan yang disebabkan oleh operator karena terlambat menyambung. Pada gambar 205 terlihat macam-macam bentuk gulungan benang pada *bobin*.

a. Bentuk gulungan yang normal. Isi gulungan tergantung pada panjang *bobin* dan diameter ring. Gulungan tidak mudah rusak dan tidak sulit pada saat dikelos di mesin kelos (*winder*).
b. Bentuk gulungan benang yang tidak normal karena dalam proses benang sering putus dan penyambungannya sering terlambat.
c. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian bawahnya besar.
d. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian atasnya besar.
e. Bentuk gulungan benang tidak normal karena terlalu kurus.
f. Bentuk gulungan benang tidak normal karena terlalu gemuk.
g. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian atas membesar.
h. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian bawah membesar.
i. Bentuk gulungan benang normal tetapi tidak penuh.
j. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian bawahnya kosong.
k. Bentuk gulungan benang tidak normal karena bagian tengah ada benang yang tidak tergulung.

(I) Proses *doffing*

a. Tentukan mesin yang akan di *doffing*. Cara menentukan *doffing* yang baik adalah berpedoman pada hank meter yang ada pada mesin. Jika angka yang ditentukan sudah dicapai maka saatnya mesin harus di *doffing*.
b. Siapkan alat-alat *doffing* yaitu kereta *doffing* lengkap dengan *bobin* kosong dan box benang.

c. Pada mesin-mesin yang modern, saat *doffing* sudah tertentu dan diatur dengan otomatis, yaitu *ring rail* akan turun jika saatnya *doffing* tiba. Bahkan pada mesin-mesin yang lebih modern *doffing*nya pun juga telah dilakukan secara otomatis.

Untuk mesin-mesin yang konvensional *doffing*nya dilakukan dengan matikan mesin dengan menekan tombol *OFF*, sambil menurunkan *ring rail*.

b) Pengendalian mutu

Karena hasil mesin *ring spinning* ini sudah berupa benang, maka kontrol mutu dilakukan pada semua faktor yang ikut menentukan mutu benang, antara lain:

(1) Nomor benang

Pengujian nomor benang ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

a. Dengan menggunakan gram balance. Samplenya berupa benang sepanjang 1 lea atau 120 yard. Nomor benang dapat ditentukan dengan bantuan table atau perhitungan.
b. Dengan menggunakan *kwadrant scale*. Sampelnya berupa benang sepanjang 1 l*ea* atau 120 *yards*. Dengan kwadran scale nomor benang dapat dibaca secara langsung.

(2) Kekuatan benang

Pengujian kekuatan benang dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a. Kekuatan benang perbundel. Alat yang digunakan *lea tester* yaitu dengan menarik benang sepanjang 1 *lea*, yang telah dibentuk bundel yang terdiri dari 80 rangkap. Kekuatan benang ini lazim digunakan dengan satuan Lbs/Lea.
b. Kekuatan benang per helai. Alat yang digunakan ada bermacam-macam yang pada prinsipnya menarik selembar benang dengan jarak/panjang tertentu, biasanya 50 cm. Alat ini umumnya mempunyai satuan dalam gram. Alat ini selain mencatat kekuatan juga mencatat mulur benang dalam persen.

(3) Twist per inci (TPI)

Alat yang digunakan untuk menguji jumlah puntiran benang setiap incinya. adalah *twist tester*. Pada prinsipnya, alat ini digunakan untuk melepaskan puntiran benang dan atau memberikan puntiran kembali dengan arah berlawanan. Dengan menghitung jumlah putaran tersebut dapat pula ditentukan berapa jumlah puntiran untuk panjang 1 inci atau *twist per inci*. Biasanya pengujian ini dilakukan pada panjang benang 5 inci atau 10 inci.

(4) Ketidakrataan benang

Ketidakrataan benang diuji dengan peralatan *Uster Evenness Tester*. Dengan alat tersebut akan diketahui persentase ketidakrataan dalam U % atau CV %. Alat tersebut ini kadang-kadang dilengkapi juga dengan IP.1 yang dapat mengetahui jumlah bagian-bagian yang mengecil, menggembung dan *neps*.

(5) Putus benang

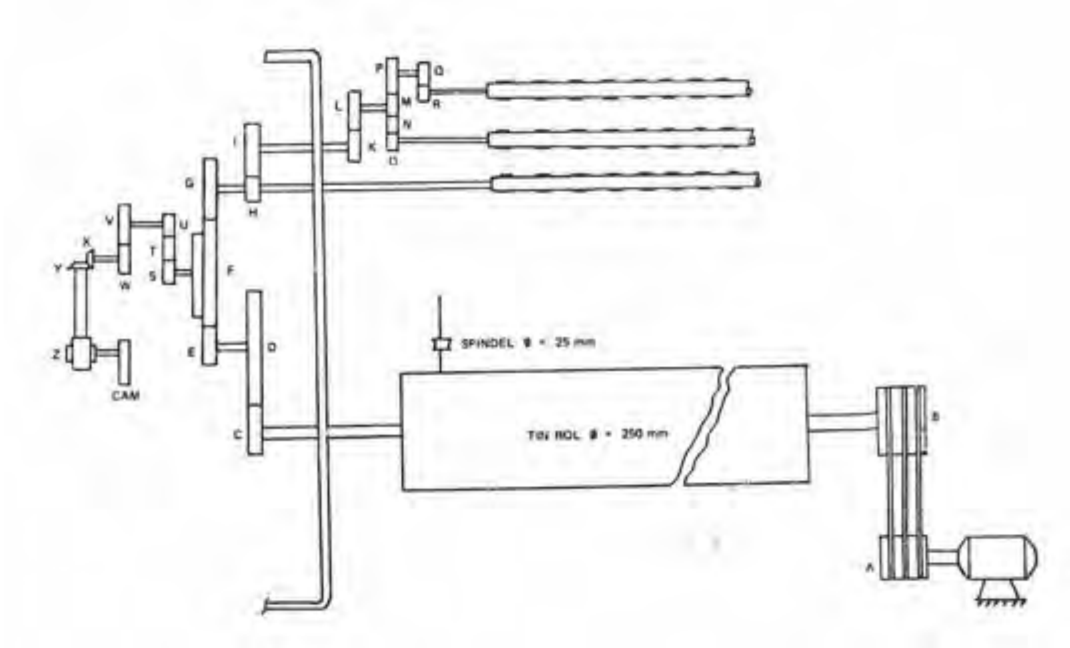
Putus benang selama proses perlu pula diperiksa juga karena putus benang selain berpengaruh pada mutu benang juga berpengaruh besar pada efisiensi produksi. Putus benang biasanya diperiksa untuk tiap 100 *spindel* dalam waktu 1 jam.

(6) *Grade* benang

Grade benang dimaksudkan untuk menguji mutu benang dari segi kenampakannya. Dengan cara menyusun benang di sebuah papan dan kemudian dibandingkan dengan standarnya. Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah:

(a) warna
(b) kebersihan
(c) neps
(d) bulu-bulu benang
(e) kerataannya

c) Susunan roda gigi mesin *ring spinning*



Gambar 205. Susunan roda gigi mesin *ring spinning*

Keterangan :
Puli A = 20 cm
Puli B = 32 cm
Roda gigi C = 61 gigi
Roda gigi D = 160 gigi
Roda gigi E = 48 gigi
Roda gigi F = 170 gigi
Roda gigi G = 84 gigi
Roda gigi H = 15 gigi
Roda gigi I = 135 gigi
Roda gigi K = 30–40 gigi
Roda gigi L = 40 gigi
Roda gigi M = 40 gigi
Roda gigi N = 20 gigi
Roda gigi O = 22 gigi
Roda gigi P = 44 gigi
Roda gigi Q = 56 gigi
Roda gigi R = 30 gigi
Roda gigi S = 20 gigi
Roda gigi T = 71 gigi
Roda gigi U = 24 gigi
Roda gigi V = 63 gigi

Roda gigi W = 38 gigi
Roda gigi X = 20 gigi
Roda gigi Y = 20 gigi
Roda gigi Z = roda gigi cacing

Roda gigi M berhubungan dengan roda gigi P. Satu poros dengan P terdapat roda gigi Q yang berhubungan dengan roda gigi R. Pada poros roda gigi R terdapat rol peregang belakang. Secara singkat, hubungan dari sumber gerakan (motor) ke pasangan rol-rol peregang pada gambar susunan roda gigi mesin *ring spinning* dapat diikuti sebagai berikut:
Motor (puli A); puli B; roda gigi C; roda gigi D; roda gigi E; roda gigi F; roda gigi G dan rol peregang depan, roda gigi R, roda gigi I; roda gigi K; roda gigi L; roda gigi M; roda gigi N; roda gigi O dan rol peregang tengah. Dari roda gigi M; roda gigi P, roda gigi Q, roda gigi R dan rol peregang belakang.

(1) Pergerakan *spindel/bobin*
Pergerakan *spindel/bobin* lebih pendek dibandingkan dengan pergerakan rol-rol pereganganan pergerakan kereta/*ring rail*. Gerakan dimulai dari puli motor A ke puli B, yang langsung memutarkan *tin rol*. Gerakan *spindel/bobin* diperoleh dari putaran *tin-rol*, melalui *spindel tape*.

(2) Pergerakan kereta/*ring rail*
Gerakan kereta/*ring rail* dimulai dari puli motor A ke puli B. Satu poros dengan puli B terdapat roda gigi C. Roda gigi C berhubungan dengan roda gigi D. Satu poros dengan D terdapat roda gigi E yang berhubungan dengan roda gigi F. Seporos dengan roda gigi F terdapat roda gigi S yang berhubungandengan roda gigi U melalui roda gigi perantara T. Satu poros dengan U terdapat roda gigi V yang berhubungan dengan roda gigi W. Satu poros dengan roda gigi W terdapat roda gigi payung X yang berhubungan dengan roda gigi payung Y. Roda payung Y pada bagian lainnya terdapat roda gigi cacing R_c yang berhubungan dengan roda gigi Z. Satu poros dengan roda gigi Z terdapat *cam* yang

berbentuk eksentrik. Karena perputaran dari eksentrik tersebut maka peralatan yang lain dapat menaikkan dan menurunkan kereta/*ring rail*. Gerakan naik turun ini dilakukan oleh peralatan yang dinamakan *builder motion*. Secara singkat pergerakan kereta/*ring rail* dapat diikuti sebagai berikut:
Motor (puli A); roda gigi C; roda gigi D; roda gigi E; roda gigi F; roda gigi S; roda gigi T; roda gigi U; roda gigi V; roda gigi W; roda gigi X; roda gigi Y; roda gigi Rc; roda gigi Z (terpasang *cam* untuk peralatan *builder motion*)

d) Pemeliharaan mesin *ring spinning*
Pemeliharaan mesin *ring spinning* meliputi:
(1) Pembersihan rutin mesin dan penggantian *traveller* setip hari.
(2) Pelumasan *gear end* dan *out end* setiap 2 minggu.
(3) Pelumasan *spindel* setiap 6 bulan.
(4) Pelumasan bearing tin roll setiap 6 bulan.
(5) Pelumasan *bearing bottom roll* setiap 3 bulan.
(6) Centering *lappet*, *antinodering* dan *spidel* setiap 1 tahun.
(7) *Setting bottom roll* dan *toproll* setiap 1 tahun.
(8) Pelumasan *bearing gearend* setia 4 tahun.
(9) Kontrol jockey *pulley* setiap 2 tahun.
(10) Kontrol *lifting shaft* dan rantai *gear end* setiap 4 tahun.
(11) Penggantian rubber *cots* setiap 4 tahun.
(12) Pelumasan dan penggerindaan *top roll* setiap 1 tahun.
(13) Pembersihan *apron band* dan pengobatan *top roll* setiap 6 bulan.

e) Perhitungan regangan
Pada dasarnya cara penghitungan regangan yang terdapat pada mesin *ring spinning* adalah sama dengan mesin sebelumnya yaitu seperti pada mesin *roving*. Perbedaannya terdapat pada besarnya atau kecilnya regangan. Pada susunan rol-rol peregang yang menggunakan sistem 3 pasang rol peregang digunakan apron pada rol tengah. Pada susunan roda gigi (gambar

205) menunjukkan rol-rol peregang dengan susunan 3 pasang rol peregang.

(1) Tetapan regangan (TR) atau *Draft Constant* (DC)
Tetapan regangan diperoleh dengan jalan menghitung besarnya Regangan Mekanik (RM) atau *Mechanical Draft* (MD) dari susunan roda gigi dengan memasukkan besarnya roda gigi Pengganti Regangan (RPR), dimisalkan 1 (satu). Regangan mekanik ialah besarnya regangan yang dihitung berdasarkan perbandingan antara kecepatan permukaan rol pengeluaranan dan rol pemasukan.
Kecepatan permukaan rol depan D
Regangan Mekanik=(KPR depan/*KPR belakang B)*
Keterangan
KPR = Kecepatan Permukaan

(2) Regangan Nyata (RN) atau *Actual Draft* (AD)
Seperti pada mesin *roving,* peregangan pada proses pembuatan benang dimesin *ring spinning*, akan mengakibatkan timbulnya limbah (*waste*). Limbah tersebut menyebabkan tidak semua *roving* yang disuapkan pada mesin *ring spinning* menjadi benang. Dengan demikian regangan yang diberikan pada bahan tidak sebesar yang dinyatakan dalam perhitungan berdasarkan Regangan Mekanik (RM). Jika limbah yang terjadi pada proses di mesin *ring spinning* = 1 %, maka Regangan Nyata (RN)=(100/100 –1)x*RM*

Regangan nyata juga dapat dihitung dari nomor bahan masuk *roving* dan nomor bahan keluar (benang). Karena bahan yang diolah adalah bahan kapas, maka Regangan Nyata=(Nomor Masuk/Nomor Keluar)

f) Penghitungan antihan (*twist*)
Antihan diberikan pada benang yang baru keluar dari roldepan agar benang menjadi cukup kuat. Besar kecilnya antihan sangat mempengaruhi kekuatan benang. Semakin besar antihan semakin kuat benang

yang dihasilkan. Namun demikian pemberian antihan yang terlalu besar tidak menjamin kualitas benang. Agar benang yang dihasilkan memenuhi syarat-syarat yang diinginkan, maka antihan diberikan secukupnya hingga benang mempunyai kekuatan yang optimum. Jumlah antihan yang diberikan pada benang biasanya dinyatakan per satuan panjang. Satuan panjang x*)x 100%*

g) Pemintalan serat buatan

Saat ini sebagian besar tekstil terbuat dari serat buatan. Karena jumlah penduduk dan kebutuhan akan tekstil, baik sandang maupun non sandang semakin banyak sedangkan sumber daya alam yang menghasilkan bahan baku serat tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Bahan baku serat buatan dapat berasal dari alam misalnya kayu pinus, kedelai, jagung, protein hewani dan sebagainya. Bahan baku dari alam artinya polimer sebagai bahan baku telah tersedia di alam, tetapi belum berbentuk serat. Untuk mendapatkan bentuk serat dilakukan proses pembuatan serat yang disebut pemintalan serat buatan. Contoh serat buatan adalah rayon viskosa, serat kedelai, jagung dan lainnya.



Gambar 206. Beberapa contoh serat buatan yang berasal dari polimer alam

Selain berasal dari alam, bahan baku serat juga dapat dibuat dari polimer sintetis. Artinya, polimer sebagai bahan baku seratnya belum tersedia di alam dan harus dilakukan suatu sintesis polimer untuk menghasilkan bahan baku serat. Contoh serat ini adalah poliester, poliamida dan poliakrilat.

(1) Proses pemintalan serat buatan

Pemintalan serat buatan yang akan dibahas bukan pemintalan serat yang diberikan *twist* menjadi benang, tetapi proses pembentukan polimer menjadi bentuk serat. Metode yang digunakan secara umum dikenal dengan teknik ekstrusi (*extrution*). Pada metode pembentukan polimer dengan cara ekstrusi, cairan atau larutan polimer ditekan pada suatu bejana sehingga keluar melalui lubang kecil yang disebut *spineret*. *Spineret* adalah suatu bejana berlubang yang mirip saringan dengan diameter lubang yang sangat kecil, umumnya ukuran tiap lubang hanya beberapa mikron. Gambar sederhana dari spineret disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 207. Spineret

Untuk dapat melewati lubang *spineret* yang sangat kecil, polimer harus dalam bentuk cairan. Pengubahan polimer menjadi bentuk cairan dapat dilakukan dengan dua cara tergantung kepada sifat bahan baku polimer. Untuk polimer termoplastis yang mempunyai titik leleh yang tidak terlalu tinggi, pencairan polimer dapat dilakukan dengan pemanasan pada temperatur sedikit di atas temperatur leleh polimer yang bersangkutan. Untuk polimer yang tidak meleleh atau polimer dengan titik leleh sangat tinggi proses pemanasan pada temperatur tinggi harus dihindari. Pencairan dapat dilakukan dengan melarutkan polimer pada pelarut yang sesuai.

(2) Macam-macam pemintalan serat buatan.

Setelah keluar dari lubang spineret polimer harus langsung memadat kembali, untuk menghindari bersatunya kembali filamen yang keluar dari luang *spineret*. Untuk memadatkan kembali polimer cair dilakukan dengan cara mendinginkan polimer yang telah dipanaskan dalam pencairannya atau dengan cara pengambilan kembali pelarut yang ditambahkan saat polimer dilarutkan. Dari cara pencairan dan pemadatan kembali polimer pada pembuatan serat dikenal tiga cara pembuatan serat yaitu pemintalan leleh, pemintalan kering dan pemintalan basah.

(a) Pemintalan basah

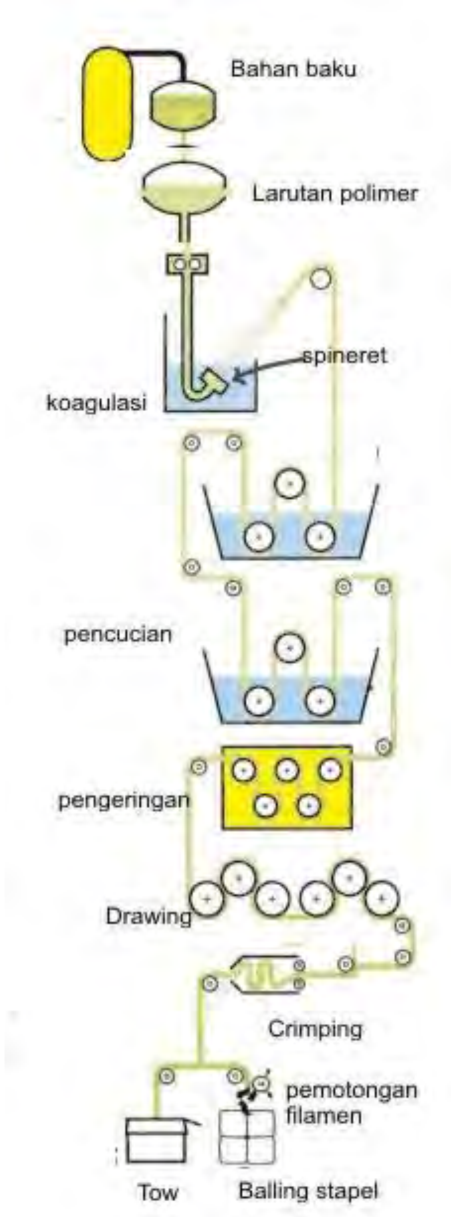
Jika pelarut yang digunakan sulit untuk diuapkan (misalkan titik didih yang terlalu tinggi) penghilangan pelarut dapat dilakukan dengan proses koagulasi.

(b) Pemintalan kering

Dilakukan pada polimer yang sukar meleleh atau tidak tahan panas. Polimer dilarutkan dengan pelarut yang mudah menguap. Untuk memadatkan serat yang keluar dari spineret dilakukan dengan menguapkan pelarut pada temperatur yang sesuai.

(c) Pemintalan leleh
Dilakukan jika bahan baku polimer mudah dilelehkan dan tidak rusak oleh panas, setelah lelehan polimer melewati spineret polimer didinginkan dengan tiupan udara dingin.

(3) Proses pemintalan serat buatan.
(a) Pemintalan basah
Pemintalan basah dilakukan pada serat yang berbahan baku yang sulit untuk dilelehkan, dan pelarut yang digunakan sukar untuk diuapkan. Diagram pemintalan basah disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 208. Diagram pemintalan basah

Pemintalan basah mempunyai kelebihan dibandingkan dengan pemintalan kering dan pemintalan leleh, yaitu dapat dilakukan pada suhu ruang, sehingga dapat dilakukan penghematan energi panas yang digunakan. Pada pemintalan basah pengambilan pelarut dilakukan dengan melewatkan polimer pada larutan kimia sehingga terjadi proses koagulasi dari polimer yang

mengakibatkan polimer memadat. Pemintalan dilakukan dengan menyemprotkan larutan polimer melalui lubang *spineret* yang berada di dalam larutan koagulasi. Saat keluar dari lubang *spineret* permukaan serat akan bersentuhan dengan larutan koagulasi sehingga terjadi pemadatan polimer menjadi filamen. Pada saat polimer bersentuhan dengan larutan koagulasi terjadi gabungan berbagai peristiwa kimia maupun fisika yaitu terjadinya peristiwa difusi dari pelarut ke larutan koagulasi diikuti peristiwa osmosis pelarut ke larutan koagulasi melalui *lap*isan kulit luar yang terbentuk lebih dahulu maupun peristiwa pengendapan oleh adanya elektrolit di dalam larutan koagulasi.

Kecepatan penarikan polimer di dalam larutan koagulasi sangat terbatas. Hal tersebut berhubungan dengan kecepatan pemadatan filamen oleh larutan koagulasi, sehingga tidak banyak variasi peregangan yang didapat dari penarikan untuk menghasilkan kehalusan filamen yang berbeda. Oleh karena itu, pada pemintalan basah variasi kehalusan serat sangat ditentukan oleh ukuran lubang *spineret*.

Setelah keluar dari larutan koagulasi filamen yang memadat harus dibersihkan dari sisa-sisa larutan koagulasi yang menempel pada permukaan filamen. Pembersihan sisa-sisa larutan koagulasi dilakukan dengan proses pencucian. Pada proses koagulasi umumnya digunakan asam kuat atau basa dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, untuk membersihkan sisa-sisa larutan koagulasi selain dengan proses pencucian perlu dilakukan juga penetralan menggunakan basa atau asam lemah, tergantung pada kondisi larutan koagulasi. Setelah penetralan selesai dilakukan, filamen dibilas hingga bebas dari zat kimia yang tidak diinginkan kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan.

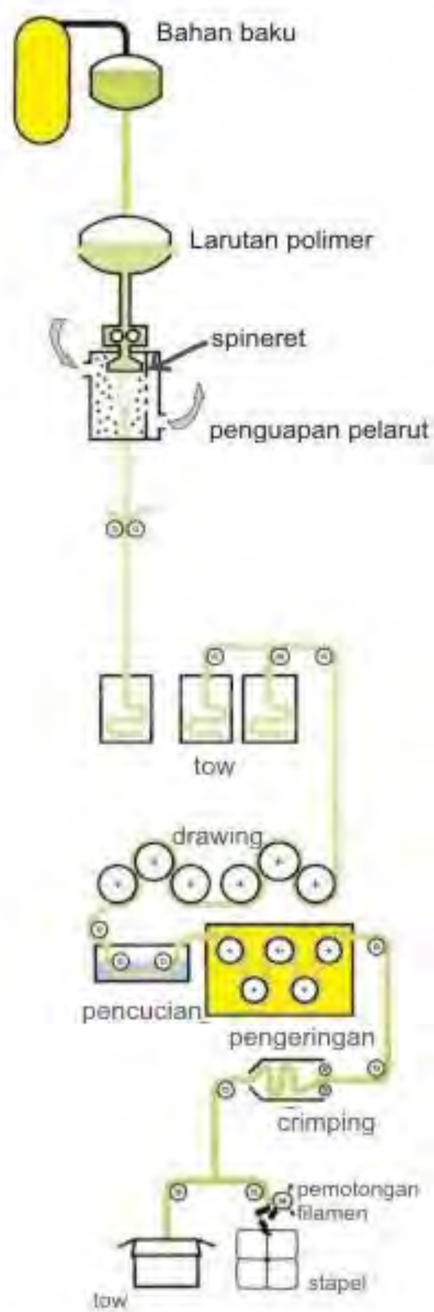
Setelah proses pengeringan selesai, proses *drawing* dilakukan untuk menaikkan kekuatan serat dan mengurangi mulur. Proses *drawing* kemudian dilanjutkan dengan proses crimping yang diikuti dengan pemotongan tow untuk filamen yang akan dibuat *stapel*.

(b) Pemintalan kering

Pemintalan kering dilakukan untuk bahan baku serat yang tidak dapat dilelehkan. Pencairan polimer dilakukan dengan melarutkan polimer pada pelarut yang sesuai. Skema pemintalan kering dapat dilihat pada Gambar 209.

Larutan polimer disemprotkan melalui lubang *spineret* yang berada di ruang pemanas, sehingga begitu keluar dari lubang *spineret* pelarut akan menguap yang menyebabkan filamen memadat karena hilangnya pelarut. Pada saat keluar dari lubang *spineret* filamen yang akan memadat ditarik oleh pasangan rol sehingga terjadi pertambahan panjang atau pengecilan diameter. Namun, variasi penarikan yang dilakukan selama filamen dalam ruang pemanas tidak sebesar pada pemintalan leleh, sehingga variasi kehalusan filamen yang dihasilkan tidak semata-mata ditentukan oleh variasi kecepatan rol penarik melainkan juga dipengaruhi oleh besar kecilnya lubang *spineret*.

Pada pemintalan kering, karena pengambilan pelarut dilakukan dengan cara penguapan maka pemilihan pelarut harus tepat. Pelarut yang dipilih harus mempunyai titik didih yang rendah yang artinya mudah menguap. Hal ini untuk memudahkan penguapan sehingga tidak diperlukan suhu yang terlalu tinggi untuk menghilangkan pelarut dari filamen yang terbentuk.



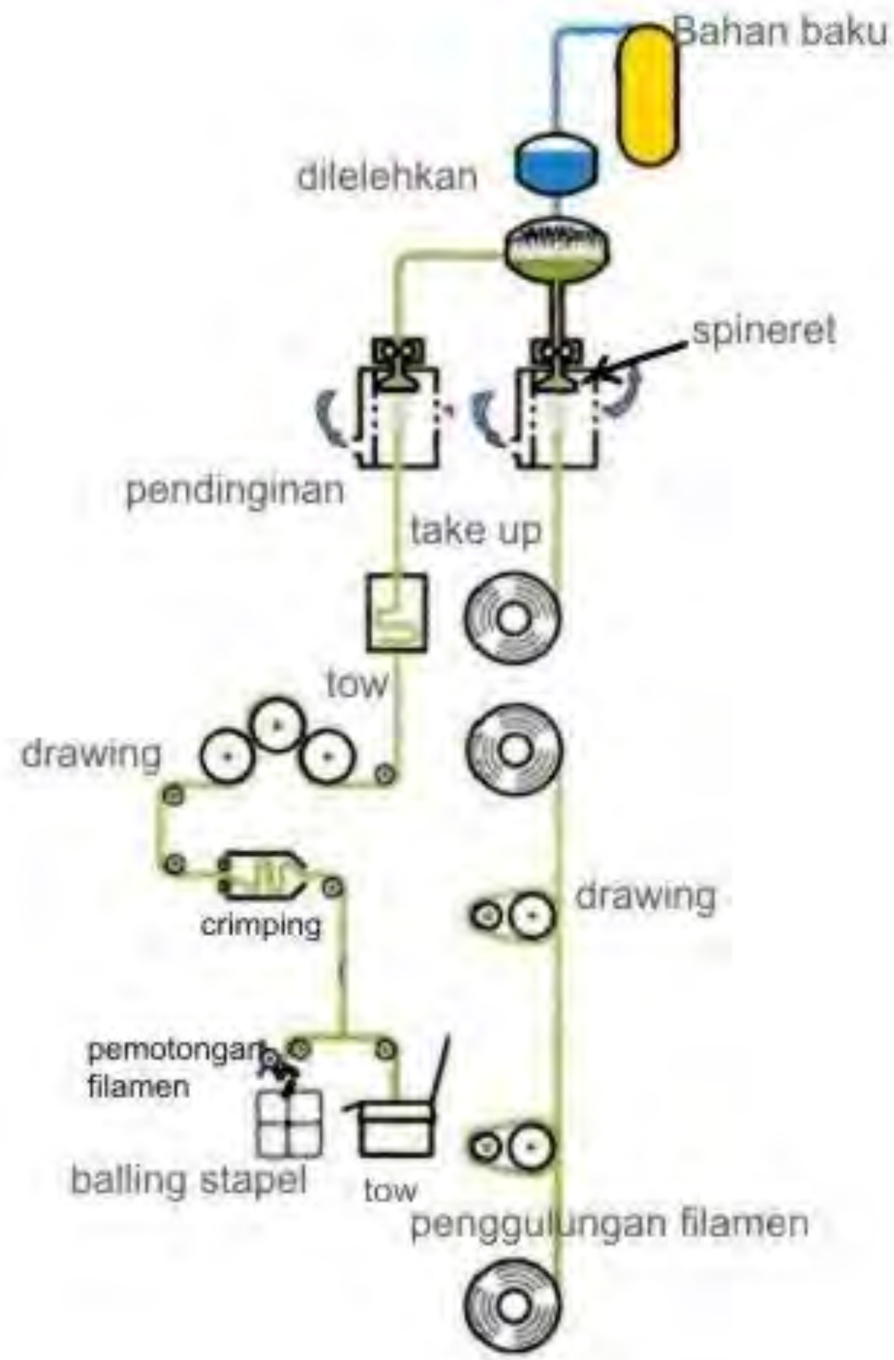
Gambar 209. Skema pemintalan kering

Setelah proses pemintalan selesai filamen masih mempunyai kekuatan yang rendah karena struktur molekul belum teratur. Oleh karena itu setelah terbentuk *tow* proses penarikan (*drawing*) dilakukan untuk menaikkan derajat keteraturan rantai molekul (derajat orientasi) agar diperoleh kekuatan yang memadai. Setelah proses penarikan dilakukan, proses pencucian untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut yang mungkin masih ada dilakukan proses pencucian yang kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan.

Proses pengeringan kemudian dilanjutkan dengan proses *crimping* (pengeritingan) yang bertujuan untuk mendapatkan bentuk serat yang agak keriting untuk menambah gaya kohesi saat dipintal. Setelah proses crimping selesai dilanjutkan dengan proses pemotongan *tow* menjadi *stapel*. Kemudian dilakukan pengepresan serat (*balling*) untuk memudahkan pengemasan.

(c) Pemintalan leleh

Pemintalan leleh dilakukan dengan cara memanaskan polimer dalam bentuk *chips* dalam suatu *hoper* pada temperatur di atas temperatur lelehnya. Lelehan polimer kemudian ditekan dengan proses ekstrusi ataupun dengan bantuan *gear pump* hingga keluar melalui lubang *spineret* di dalam *spineret pack.*



Gambar 210. Diagram pemintalan leleh

Pada proses pemintalan, lelehan polimer diubah menjadi filamen yang mempunyai ukuran seragam. Lelehan polimer diatur laju distribusinya ke posisi *spinning* dengan kecepatan aliran yang diatur oleh *gear pump*. Pada tiap bagian/*line* umumnya terdapat beberapa posisi *spinning* dan pada setiap posisi terdapat satu *spin pack.* Pada spin pack terdapat *spineret* yang memiliki lubang-lubang dengan ukuran beberapa mikron.

Filamen yang dihasilkan/keluar dari *spineret* didinginkan di dalam ruangan pendingin (*quench chamber*) melalui semburan udara dingin dengan kecepatan tertentu tergantung pada kehalusan serat yang diinginkan. Kecepatan udara pendingin harus dijaga agar tetap stabil karena perubahan kecepatan udara pendingin akan mempengaruhi kualitas filamen yang terbentuk.

Kehalusan filamen tidak tergantung pada besar kecilnya lubang *spineret*, tetapi tergantung pada kecepatan penyemprotan polimer melalui *spineret* dan kecepatan penggulungan filamen. Untuk menghindari kerusakan serat akibat degradasi polimer digunakan udara yang tidak mengandung oksigen, yaitu gas nitrogen. Selanjutnya pada filamen yang telah memadat dilakukan penarikan dan penggulungan pada *bobin* yang dikenal dengan proses *take up*. Kumpulan filamen hasil proses *take up* disebut tow.

Setelah proses *take up* serat (*tow*) yang dihasilkan masih mempunyai kekuatan yang rendah, karena filamen masih dalam keadaan hangat ketika mengalami penarikan saat keluar dari *spineret*, sehingga susunan rantai molekul masih tidak beraturan yang menyebabkan serat mempunyai kekuatan yang masih rendah dan mulur yang tinggi. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan proses penarikan (*drawing*). Proses *drawing* dilakukan dengan melewatkan kumpulan

filamen (*tow*) pada beberapa pasangan rol. Pasangan rol yang berikutnya mempunyai kecepatan lebih tinggi dibandingkan kecepatan pasangan rol sebelumnya, sehingga terjadi proses peregangan.

Setelah proses *take up* selesai, filament melalui beberapa proses, seperti *drawing*, *heat setting texturizing* dan lain sebagainya. Jika serat yang dihasilkan akan dibuat serat *staple*, tow hasil proses *take up* mengatasi proses *drawing* yang dilanjutkan dengan proses *crimping.* Proses *crimping* bertujuan mendapatkan efek bergelombang pada permukaan serat. Sifat bergelombang serat akan menyebabkan timbulnya gaya kohesi antar permukaan serat yang lebih besar pada saat serat dipintal, sehingga dapat menghasilkan benang *staple* yang lebih kuat. Proses *crimping* dilanjutkan dengan proses pemotongan serat (*cutting*) untuk mendapatkan panjang *staple* sesuai dengan yang diinginkan.

Jika serat yang dihasilkan akan digunakan sebagai filamen, setelah mengalami proses *take up* yang diikuti dengan proses *drawing* serat akan melalui proses *texturizing* atau *false twist* tergantung pada permintaan konsumen. Kedua proses ini adalah memberikan efek keriting pada permukaan serat agar dapat memberikan gaya gesek antar permukaan yang lebih besar. Proses *drawing* serat filamen dilakukan dengan berbagai variasi derajat penarikan, tergantung pada jenis benang yang ingin dihasilkan. Penarikan dengan derajat penarikan yang tinggi diberikan pada filamen jika akan dihasilkan benang FOY (*Fully Oriented Yarn*) yang mempunyai kekuatan tinggi tetapi daya serap terhadap zat warna yang rendah. Jika diinginkan hasil berupa filament POY (*Part Oriented Yarn*) yang mempunyai daya serap terhadap zat warna lebih baik dari FOY tetapi

kekuatan tarik yang lebih rendah, proses *drawing* dilakukan dengan derajat penarikan yang sedang.

E. Rangkuman

1. Persyaratan serat untuk dapat dipintal:
   a. Serat harus cukup panjang
   Serat yang panjang dengan sendirinya mempunyai permukaan yang lebih luas, sehingga gesekan di antara serat–seratnya juga lebih besar. Oleh karena itu, serat–serat tidak mudah tergelincir dan benangnya menjadi kuat.

   b. Serat harus cukup halus
   Kehalusan serat dinyatakan dengan perbandingan antara panjang serat dan lebarnya. Pada suatu penampang tertentu jumlah serat–serat yang halus akan lebih banyak dibandingkan jumlah serat–serat yang lebih kasar. Dengan demikian serat–serat yang halus mempunyai permukaan gesek yang besar, sehingga kemungkinan terjadinya penggelinciran juga berkurang, dan benang semakin kuat.

   c. Gesekan permukaan serat
   Gesekan permukaan serat mempunyai pengaruh yang terhadap kekuatan benang. Semakin baik gesekan permukaannya, kemungkinan tergelincirnya serat yang satu dengan yang lain semakin berkurang, sehingga benangnya akan lebih kuat.

   d. Serat harus cukup kenyal
   Serat–serat yang mempunyai kekuatan lebih tinggi akan menghasilkan benang dengan kekuatan yang lebih tinggi pula. Sebaliknya serat–serat dengan kekuatan rendah akan menghasilkan benang yang berkekuatan rendah pula. Dengan demikian, kekuatan serat mempunyai pengaruh langsung terhadap kekuatan benang.

2. Ditinjau dari panjang serat yang digunakan, cara pembuatan benang digolongkan menjadi 3 sistem, yaitu:
   a. Pembuatan benang sistem serat pendek.
   Sistem ini digunakan untuk membuat benang dengan bahan serat *stapel* yang pendek, yaitu yang mempunyai panjang sampai 40 mm.

b. Pembuatan benang sistem serat sedang.
   Sistem ini digunakan untuk membuat benang dengan bahan serat *stapel* yang sedang, yaitu yang mempunyai panjang 40–75 mm.

c. Pembuatan benang sistem serat panjang.
   Sistem ini digunakan untuk membuat benang dengan bahan serat *stapel* yang panjang yaitu yang mempunyai panjang lebih dari 75 mm.

3. Urutan–urutan proses pemintalan serat alam (bahan baku serat kapas)

   a. *Blowing*

      Tujuan pembukaan ini adalah :
      1) Membantu pembukaan kapas.
      2) Menghindarkan kemingkinan terjadinya potongan–potongan besi, mur baut, terbawa kapas masuk dalam mesin.
      3) Melakukan pencampuran kapas dari beberapa bal yang tersedia.

      Tujuan dari pengolahan ini adalah:
      1) Membuka gumpalan kapas lebih lanjut, sehingga serat–seratnya terurai.
      2) Membersihkan sisa–sisa kotoran yang masih terdapat pada kapas.
      3) Mencampurkan kapas yang berasal dari bebrapa bal kapas yang disuapkan.
      4) Membuat *lap* yang rata sebagai hasil akhir dari proses pengerjaan kapas di mesin–mesin *blowing.*

   b. *Carding*

      Tujuan proses ini adalah:
      1) Membuka gumpalan kapas lebih lanjut, sehingga serat–seratnya terurai.
      2) Membersihkan siasa–sisa kotoran yang masih terdapat pada kapas.
      3) Memisahkan serat–serat yang panjang dengan serat–serat yang sangat pendek.
      4) Merubah bentuk *lap* menjadi *sliver* sebagai hasil dari mesin *carding*.

   c. *Combing*

      Untuk membuat benang yang bermutu tinggi yaitu untuk benang yang halus dan mempunyai persyaratan yang baik terutama dalam hal kekuatan dan kerataan, *sliver carding* tidak langsung diteruskan

ke mesin *drawing*, tetapi harus dikerjakan dahulu pada mesin *combing*.

d. *Drawing*

Tujuan pada proses ini adalah:

1) Mencampur kapas dengan cara merangkap enam atau de*lap*an buah *sliver* menjadi satu.
2) Meluruskan dan mensejajarkan letak serat–serat kapas searah dengan sumbu *sliver*.
3) Menghasilkan *sliver* yang lebih rata dengan jalan peregangan.
4) Mendapatkan hasil *sliver* sesuai dengan proses pengerjaan kapas dimesin *drawing* biasanya dilakukan 2–3 kali.

e. *Roving*

Sliver hasil mesin *drawing* terakhir disuapkan ke mesin *speed frame*. Tujuan pengolahan kapas pada mesin ini adalah:

1) Mengubah bentuk *sliver* menjadi *roving* dengan jalan peregangan.
2) Pemberian antihan secukupnya pada *roving*.
3) Penggulungan *roving* pada kayu penggulung.

f. *Spinning*

Tujuan dari proses ini adalah :

1) Mengubah bentuk *roving* menjadi benang yang sesuai dengan yang diinginkan dengan peregangan.
2) Pemberian antihan pada benang.
3) Penggulungan benang pada *bobin*.

4. Pengolahan serat buatan

Proses pemintalan serat buatan atau serat sintetis dikenal dalam 3 cara, yaitu:

1) Pemintalan basah (wet spinning)
2) Pemintalan kering (dry spinning)
3) Pemintalan leleh (melt spinning)

5. Bentuk serat yang dihasilkan pada pengolahan serat buatan:

a. Serat filamen

Serat yang dihasilkan dari *spinneret* yang mempunyai lubang ± 350 buah atau kurang sesuai dengan diameter yang dihasilkan.

b. Filamen *tow*
   Serat yang dihasilkan dari pemintalan filamen *spinneret* yang mempunyai lubang maximum 3.000 buah.
c. *Stapel tow*
   Serat yang dihasilkan kemudian dibuat keriting dan dijadikan *stapel* dengan cara pemotongan dalam ukuran panjang tertentu.

F. Penilain

1. Kompetensi Sikap
   a. Instrumen penilaian karakter cermat

Nama :...................................
Kelas :...................................

Aktivitas Peserta didik
Peserta didik :

- Mengidentifikasi benang sesuai konstruksinya.
- Mengidentifikasi benang sesuai fungsinya

Rubrik Petunjuk :
Lingkarilah
1 bila aspek karakter belum terlihat (BT)
2 bila aspek karakter mulai terlihat (MT)
3 bila aspek karakter mulai berkembang (MB)
4 bila aspek karakter menjadi kebiasaan (MK)

Lembar observasi

No	Aspek – aspek yang dinilai	Skor			
		BT	MT	MB	MK
1	Mengamati setiap jenis sampel benang				
2	Mengidentifikasi dengan teliti				
3	Mencatat semua hasil				
4	Menemukan minimal 1 konstruksi benang				
Jumlah Skor					

Skor Maksimal : $\frac{(4 \times 4) \times 10}{16}$

2. Penilaian ketrampilan

a. Instrumen penilaian ketrampilan

Nama :......................................

Kelas :......................................

Soal

1. Lakukan proses pembuatan benang dari serat alam dengan bahan baku kapas

Perlengkapan K3 : Pakaian kerja, masker, sarung tangan

Bahan : kapas

Alat : Mesin blowing, *carding*, *combing*, *drawing*, spinning

Rubrik Penilaian proses pembuatan benang dari serat alam dengan bahan baku kapas

No	Aspek yang dinilai	Kriteria			
		A	B	C	D
1	Mengenakan pakaian kerja (*wearpack*)				
2	Mengenakan masker				
3	Melakukan proses di meisin Blowing				
4	Melakukan proses di mesin *Carding*				
5	Melakukan proses di mesin *Combing*				
6	Melakukan proses di mesin *drawing*				
7	Melakukan prose di mesin *roving*				
8	Melakukan proses di mesin spinning.				

Keterangan :

A = sangat baik

B = baik

C = cukup

D = kurang

2. Lakukan proses *quality control* dan proses *packing*

   Perlengkapan K 3 : *wearpack, masker*, kaos tangan

   Bahan : benang hasil proses

   Alat : sinar UV, kardus, lakban, timbangan digital

   Rubrik Penilaian proses pembuatan benang dari serat alam dengan bahan baku kapas

No	Aspek yang dinilai	Kriteria			
		A	B	C	D
1	Mengenakan pakaian kerja (*wearpack*)				
2	Mengenakan masker				
3	Melakukan proses QC				
4	Melakukan proses *packing*				

   Keterangan :
   A = sangat baik
   B = baik
   C = cukup
   D = kurang

b. Instrumen penilaian ketrampilan

   Nama : ....
   Kelas : ....

   Soal

1. Lakukan proses pembuatan benang dari serat sintesis dengan bahan baku asam tereftalat dan MEG

   Perlengkapan K3 : Pakaian kerja,Masker,sarung tangan

   Bahan : Asam tereftalat dan MEG

   Alat : Mesin *spinning melt*

   Rubrik Penilaian proses pembuatan benang dari serat sintesis (buatan) dengan bahan baku asam tereftalat dan MEG.

No	Aspek yang dinilai	Kriteria			
		A	B	C	D
1	Mengenakan pakaian kerja (wearpack)				

No	Aspek yang dinilai	Kriteria			
		A	B	C	D
2	Mengenakan Masker				
3	Melakukan proses dimesin spinning melt				

Keterangan :
A = sangat baik
B = baik
C = cukup
D = kurang

2. Lakukan proses *quality control* dan proses *packing*
   Perlengkapan K 3 : wearpack, masker, kaos tangan
   Bahan : benang hasil proses
   Alat : sinar UV, kardus, lakban, timbangan digital

   Rubrik Penilaian proses pembuatan benang dari serat sintesis (buatan) dengan bahan baku asam tereftalat dan MEG.

No	Aspek yang dinilai	Kriteria			
		A	B	C	D
1	Mengenakan pakaian kerja (*wearpack*)				
2	Mengenakan masker				
3	Melakukan proses QC				
4	Melakukan proses *packing*				

Keterangan :
A = sangat baik
B = baik
C = cukup
D = kurang

G. Refleksi

1. Apakah pembelajaran dalam modul ini menyenangkan?
2. Apakah manfaat yang anda peroleh setelah mempelajari unit pengetahuan benang tekstil?

3. Apakah hal–hal baru yang dapat anda peroleh setelah mempelajari modul ini?
4. Bagaimana sebaiknya sikap kita jika memperoleh sesuatu yang berharga baru?
5. Apakah yang dapat anda lakukan setelah mempelajari modul ini?
6. Menurut anda apakah modul ini berkaitan dengan modul lain?

H. Referensi

Istinharoh, Sodiq. 2010 *Menganalisa Bahan Baku Chips.* Modul pembelajaran SMK Texmaco Semarang.

M.Hadi Sanarto, Srie Lestari. 1980 *Teori Pembuatan Benang 3.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

M.Hadi Sanarto, Srie Lestari. 1978 *Teori Pembuatan Benang 2,* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

Noerati Kemal, Hariyati Rahayu, Sri iriani. 2009 *Teknik Pemintalan Serat Buata*n. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Pawitro, Sri lestari, Wagimun, Suparmas. 1977 *Teori Pembuatan Benang 1.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Pawitro, Soemarno, Hartono, Suparmas. 1977 *Teknik Pemintalan bagian pertama.* Institut Teknologi Tekstil.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
2013